

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE BARCELONA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DEL VALLÈS**



**RELEVANCIA DEL PARÁMETRO COLOR EN EL CÓDIGO TECNICO DE
EDIFICACIÓN (CTE)**

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

**GUSTAVO SÁNCHEZ ASTUDILLO
TUTOR: DR. ARQ. JOAN LLUIS ZAMORA MESTRE**

INDICE

PRIMERA PARTE

- 1.1 Justificación
- 1.2 Objetivos

SEGUNDA PARTE

- 2.1 El color como identificador en Arquitectura
- 2.2 El color como identificador técnico
- 2.3 Sistemas ordenados de Colores
 - 2.3.1 Sistema Otswald
 - 2.3.2 Sistema Munsell
 - 2.3.3 Sistema DIN
 - 2.3.4 Sistema NCS
 - 2.3.5 Modelo RGB
 - 2.3.6 Modelo CMYK
 - 2.3.7 Pantone

TERCERA PARTE

- 3.1 Química del Color
 - 3.1.1 Tintes
 - 3.1.2 Colorantes
 - 3.1.3 Pigmentos
 - 3.1.4 Pigmentos de Óxido de Hierro
- 3.2 Materiales Cromoactivos
 - 3.2.1 Materiales Termocrómicos
 - 3.2.2 Materiales Fotocrómicos
 - 3.2.3 Materiales Hidrocrómicos
 - 3.2.3 Materiales Electrocrómicos
- 3.3 Materiales Inteligentes
- 3.4 Principales marcas fabricantes de “Color”
 - 3.4.1 Pinturas
 - 3.4.2 Anodizados
 - 3.4.3 Pigmentos
 - 3.4.3.1 Caso de Estudio

CUARTA PARTE

- 4.1 Entrevista a Jordi Pagés, miembro de SUMO Arquitectes, sobre el diseño y construcción del Edificio Público Multifuncional en Sant Martí

QUINTA PARTE

- 5.1 El Parámetro Color en el Código Técnico
- 5.1.1 DOCUMENTO BÁSICO SE-AE
Seguridad Estructural
Acciones en la Edificación
 - 5.1.2 DOCUMENTO BÁSICO SE-C
Seguridad Estructural
Cimientos
 - 5.1.3 DOCUMENTO BÁSICO SE-A
Seguridad Estructural
Aceros
 - 5.1.4 DOCUMENTO BÁSICO SE-M
Seguridad Estructural
Madera
 - 5.1.5 DOCUMENTO BÁSICO SI
Seguridad en caso de Incendio
 - 5.1.6 DOCUMENTO BÁSICO SUA
Seguridad de utilización y accesibilidad
SUA 3 Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada
SUA 4 Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento
SUA 6 Seguridad frente al riesgo de ahogamiento
SUA 9 Accesibilidad
 - 5.1.7 DOCUMENTO BÁSICO HS
Salubridad
 - 5.1.8 DOCUMENTO BÁSICO HE
Ahorro de Energía
- 5.2 Recomendaciones para incluir el parámetro color en el CTE

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

PRIMERA PARTE

1.1 JUSTIFICACIÓN

La vista tiene la capacidad de distinguir el color de los objetos basándose en la longitud de onda que emiten o reflejan esos objetos. Por ejemplo, una flor “azul” no emite luz azul. Absorbe todas las frecuencias del brillo de la luz, excepto las que llamamos azules, que las refleja. El ojo humano percibe una flor como azul porque es capaz de distinguir entre diferentes frecuencias. Los ojos reciben esa luz reflejada, que estimula las células visuales de las retinas. Desde los ojos se envían señales al cerebro, que procesa estas señales y las convierte en color.

A través de la historia el color ha cumplido un papel muy importante en la arquitectura a nivel global, el presente trabajo pretende abordar el color desde diversos puntos de vista, tanto teóricos, técnicos, productos de innovación, productos comerciales, etc., de manera que se pueda proporcionar una visión más amplia de las bondades que este parámetro puede aportar para poder utilizarlo dentro de la edificación no sólo con fines estéticos, sino también con la voluntad de introducirlo durante el proceso constructivo, específicamente el Código Técnico de la Edificación que es el marco normativo mediante el que se regulan las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad, con la finalidad de mejorar ciertos ámbitos del proyecto y su posterior mantenimiento.

1.2 OBJETIVOS

- Delimitar y evidenciar el potencial del parámetro color para conseguir una edificación de mejor calidad, mayor confort, seguridad y menor impacto ambiental.
- Descubrir las posibilidades y materiales que a través del color se pueden beneficiar al desarrollo y construcción de proyectos.
- Conocer cómo se gestiona el parámetro color en un despacho de arquitectura en las diferentes fases de elaboración y ejecución de un proyecto.
- Conocer a detalle como el parámetro color está incluido en cada uno de los documentos que componen el Código Técnico de Edificación.

SEGUNDA PARTE

“Básicamente podemos definir el color como la sensación producida por la luz, que, al variar de longitud de onda, intensidad y pureza provoca diferentes estímulos que a su vez, al llegar a la retina son codificados e interpretados por el cerebro, según la información almacenada en la memoria durante el proceso de aprendizaje.”

2.1 EL COLOR EN LA HISTORIA DE LA ARQUITECTURA

A lo largo de la historia los arquitectos o diseñadores urbanos han utilizado el color, de forma consiente o no, en sus obras. Si bien el color no ha sido siempre el punto de partida, ha sido una variable en el diseño del entorno urbano, y el mismo contribuye a la definición del espacio vital donde transcurre cotidianamente la vida.

En algunos casos el color aplicado en el perfil urbano ha sido producto de la búsqueda de un efecto colorista que responde a distintas motivaciones tanto simbólicas o comunicativas para decorar, abstraer, codificar o exaltar ciertos aspectos de las obras.

En la actualidad el uso de diversas paletas cromáticas sirve de soporte a la forma, realzan, disimulan o revalorizan una obra de arquitectura, no siempre teniendo en cuenta la incidencia del color en el ambiente. De esta forma no se obtiene el máximo rendimiento del color, aunque, si el uso fuese correcto, podría enriquecer la espacialidad aportando un mayor significado e incrementando el contenido identificador en lo que respecta la visualización de una ciudad.

Dependiendo de la locación geográfica, y por ende de las gamas de los materiales locales, la incidencia de la luz solar, sus sombras y los agentes climáticos, diferentes ciudades alrededor del planeta han sido identificadas por diversas gamas cromáticas. Por ejemplo, Londres está asociada al rojo, presente en sus autobuses, cabinas telefónicas, en los ladrillos recocidos de las casas tradicionales, carpinterías, etc. Por otro lado, Turín es conocida como la ciudad amarilla, producto del uso de revestimientos de dicho color.

Así varios casos, en donde predomina un color o colores sobre el entorno urbano, se han denominado a la ciudad con dicho color.

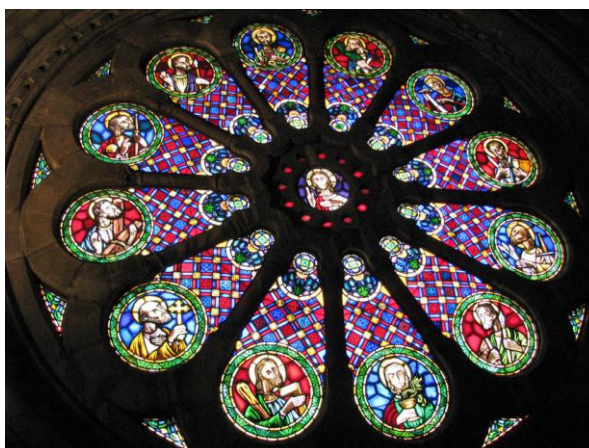


La aplicación del color en edificios es indisociable a la elección del material de construcción. Desde los sumerios, que fueron los primeros en usar ladrillos cerámicos de colores y que esmaltaban los capiteles de los templos y palacios de colores turquesas, azules y verdes para ser identificados desde fuera, el color ha sido un componente de la fisonomía urbana.

Posteriormente, los egipcios dedicaban especial atención a la elección de cada pieza de piedra, granitos y a la definición de los colores de los frescos con los que decoraban sus monumentos y templos. Su arquitectura se destacaba por la gran variedad de colores derivados de los ornamentos de sus construcciones.

Ya los romanos y los griegos pintaban el mármol y utilizaban incrustaciones de bronce y mosaicos policromos para enriquecer su arquitectura. En sus obras los colores rojos, ocre, terracotas, y dorados se destacaban desde el exterior de los templos y edificios públicos, que a su vez contrastaban con el color blanquecino del conjunto de la ciudad.

Por otra parte la cultura islámica, durante la edad media, contribuyó a la paleta cromática de la arquitectura con sus mosaicos policromáticos con dominantes azules, turquesas y dorados con los que ornamentaban sus mezquitas. Durante ese mismo periodo las catedrales góticas contaban con grandes gamas de colores que adornaban sus pórticos, tímpanos y vitrales, que contrastaban con la sobriedad cromática de las piedras.



Tiempo después, durante el movimiento manierista, y movimiento del “trompe l’oeil” barroco, se retoma la pintura, la aplicación de estucos coloreados y la aplicación de ornamentos dorados.

Durante el periodo de la arquitectura neoclásica, se concibe de manera errónea el monocromatismo como virtud o característica singular a seguir de la Antigua Grecia. Es sabido que la actual ausencia del color en los templos y edificios griegos no representa la realidad poli-cromática de sus días de esplendor.

Posteriormente, durante el XIX el uso del color es revindicado y vuela a restablecerse su aplicación cotidiana, pero sólo para que en el siglo siguiente sea remplazado por materiales poco llamativos en lo que color se refiere durante la construcción de grandes edificios: vidrio, aluminio, acero, hormigón, etc.

Estos materiales a su vez carecen de una conexión con el entorno local inmediato y dan la pauta para crear ciudades globalizadas en donde lo mismo es que esté ubicada en Asia o Latinoamérica en cuanto a color se refiere, pero no por ello pueden dejar de contribuir a la paleta cromática tradicional local.

2.2 EL COLOR COMO IDENTIFICADOR TÉCNICO

Son muy conocidas las asociaciones que despiertan los colores, tal como la de relacionar el verde con la esperanza, el rojo con la pasión, el negro con la muerte, el amarillo con el odio, etc. Por supuesto que este tipo de asociaciones depende totalmente del contexto social y cultural, pero ello no invalida que los colores estén funcionando efectivamente como signos o identificadores.

La sustitución más simple es la que hace que mediante el color podamos diferenciar los objetos; un fruto maduro se distingue del que no lo está por su color. El color es lo que configura nuestro mundo visual; los objetos que distinguimos por medio de la visión son diferenciados porque percibimos límites, y estos límites están constituidos únicamente por diferencias tonales. Cuando queremos representar una escena del mundo por medio del simple dibujo delineamos los perfiles de las cosas, pero esto es una construcción bastante artificial; en nuestra percepción directa del mundo no existen tales líneas, solo hay zonas de distintos colores, y es allí donde termina un color y comienza otro que percibimos un límite. El color cumple entonces una función altamente informativa, sin él seríamos prácticamente incapaces de movernos por el mundo con cierta seguridad, como les sucede a las personas ciegas.

El color es capaz de indicar ciertas propiedades físicas, así como la composición química de los materiales. Los astrónomos pueden conocer de qué tipo de materia está constituido principalmente un planeta o una estrella distante — o la atmósfera que lo rodea — a través del análisis espectral de la luz que nos llega de ese astro. A veces, para un organismo, el color puede establecer la diferencia entre la vida y la muerte: el animal que es capaz de camuflarse, mimetizándose con su entorno por medio de adoptar el mismo color que aquello que lo rodea, no es visto por su predador. Esto no significa que el predador literalmente “no vea” a su posible presa — puede suceder que realmente pose su vista sobre ella —, pero no es capaz de diferenciarla del entorno sino que la ve como parte y prolongación del mismo.

Además de la importante función informativa que cumple el color en la naturaleza en general, también está la función estética que tiene en la sociedad humana, donde es utilizado como un elemento para la composición formal y la creación de armonía visual en el entorno habitable.

El color es también un instrumento del marketing, pudiendo ser utilizado para representar valores deseables de los productos para un determinado grupo de consumo (valores que pueden ser prestigio, durabilidad, utilidad u otros). Las modas con respecto al color en la vestimenta, los bienes y los productos de consumo, responden a transformaciones colectivas, sean naturales o inducidas, de los valores que representan los colores.

En arquitectura, y en especial en los materiales utilizados para la construcción, el color tampoco está ausente, y sirve para diferenciar las propiedades que tienen varios de estos materiales.

Sin duda el cemento es uno de los materiales de construcción más utilizados. El Cemento Portland se divide en cinco categorías normadas por las especificaciones del ASTM, cada categoría posee características físicas y químicas específicas.



El mercado se ha preocupado por diferenciarlos mediante la utilización de colores en sus paquetes envoltorios que representan las distintas propiedades de cada uno de ellos.



Otro de los materiales más utilizados son las placas de yeso, en este caso se pueden diferenciar las diferentes características que estas poseen gracias a la utilización de diferentes colores.



Se pueden citar muchos otros ejemplos en los cuales el color tiene un papel fundamental para poder diferenciar materiales ya colocados y el funcionamiento o la característica de cada uno de ellos, el campo que mayor regulación tiene con respecto a la utilización de colores para su funcionamiento es el de la tuberías, cables y conductores eléctricos eléctricos.

Estas normativas pretenden facilitar la identificación, mediante el uso del color, de la naturaleza, de un fluido que se transporte por tuberías, su estado y su sentido de circulación.



Código **401842**

Modelo
O-FAIM-PB-U-OXY
Oxígeno



Código **401843**

Modelo
O-FAIM-PB-U-AIR
Aire



Código **401844**

Modelo
O-FAIM-PB-U-VAC
Vacío



Código **401845**

Modelo
O-FAIM-PB-U-N₂O
Óxido nitroso



Aplicación de la Normativa

Con el fin de facilitar la señalización de las tuberías que transporten fluidos se adoptarán para su representación los criterios de aplicación siguientes:

- Cuando resulte suficiente especificar la **naturaleza** del fluido, podrá utilizarse solamente el color **básico**.
- Cuando además de la naturaleza del fluido resulte necesario especificar su **estado**, se utilizará, además del color básico, otro denominado **complementario**, que se ubicará sobre el básico.

Fluido	Grupo	Color Básico	Color Complementario
AGUA	1	VERDE	VERDE
VAPOR DE AGUA	2	ROJO	ROJO
AIRE	3	GRIS	GRIS
AIRE	4	AMARILLO O AMARILLO	+ ROJO
GASES NO COMBUSTIBLES	5	AMARILLO NEGRO	+ NEGRO
ÁCIDOS	6	NARANJA	
LEJÍAS	7	VIOLETA	
LÍQUIDOS COMBUSTIBLES	8	MARRÓN MARRÓN	+ ROJO
LÍQUIDOS NO COMBUSTIBLES	9	MARRÓN NEGRO	+ NEGRO
OXÍGENO	0	AZUL	
CONTRA INCENDIOS		ROJO ROJO *	+ BLANCO (borde)
PELIGRO		NARANJA	+ NEGRO (borde)

Forma de aplicación

Las tuberías podrán pintarse con el color básico en: toda su longitud, una cierta longitud o en una banda longitudinal. Siempre se pintarán en proximidad a válvulas, empalmes, salidas de empotramientos y aparatos de servicio que formen parte de la instalación.

La anchura del anillo del color complementario será como mínimo igual al diámetro de la tubería. Cuando el color básico esté pintado solamente en forma de banda longitudinal, el anillo se sustituirá por una banda transversal de la misma altura que la banda del color básico.¹

La identificación por coloración de los conductores aislados de los cables eléctricos hasta 5 conductores ha mantenido históricamente diversos códigos diferentes, dependiendo en gran medida del tipo de cable.

La convergencia de las legislaciones nacionales y las reglas de instalación en Europa han tenido como resultado un acuerdo para modificar el documento de armonización de CENELEC HD 308 de 1976.

Esta modificación, que ha dado lugar a la nueva norma UNE 21089-1:2002 **“Identificación de los conductores aislados de los cables”**, ha consistido básicamente en lograr un código de coloración común para todo tipo de cables, rígidos o flexibles, de conexionado o de instalación, normalizando nuevas construcciones o modificando algunas de las existentes.

El nuevo código de colores de los cables eléctricos hasta 5 conductores

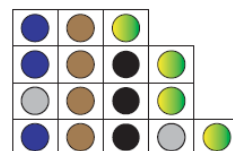
La mayor novedad del nuevo código es la diferenciación de los conductores de fase ya que no se repite ningún color. En consecuencia, el nuevo código cumple totalmente lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

En los cuadros siguientes se indican los códigos para el caso de que el cable tenga o no tenga un conductor previsto para utilización como conductor de protección (color amarillo / verde).

Código de colores: UNE 21089:2002 / HD 308 S2 2001

Con conductor de protección (Am/Ve)

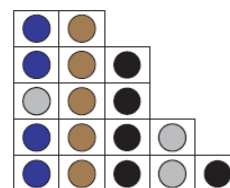
Número de conductores	Color del aislamiento de los conductores				
3	Azul	Marrón	Amarillo/Verde	—	--
4	Azul	Marrón	Negro	Amarillo/Verde	--
4	Gris	Marrón	Negro	Amarillo/Verde	--
5	Azul	Marrón	Negro	Gris	Amarillo/Verde



¹ Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo
REAL DECRETO 485/1997, de 14 de abril
BOE nº 97, de 23 de abril

Código de colores: UNE 21089:2002 / HD 308 S2 2001
Sin conductor de protección (Am/Ve)

Número de conductores	Color del aislamiento de los conductores				
2	Azul	Marrón	—	--	--
3	Azul	Marrón	Negro	--	--
3	Gris	Marrón	Negro	--	--
4	Azul	Marrón	Negro	Gris	--
5	Azul	Marrón	Negro	Gris	Negro



2.3 SISTEMAS ORDENADOS DE COLORES

Desde hace muchísimos años ha existido el deseo de ordenar siguiendo alguna lógica el vasto conjunto de colores que somos capaces de distinguir.

Los intentos de organización del color se remontan a la antigüedad y se dan a lo largo de toda la historia humana. Entre quienes se han interesado por los aspectos teóricos, y en ciertos casos han propuesto algún sistema de ordenamiento del color, encontramos personajes como Aristóteles (c.350 AC), Alberti (1435), Leonardo da Vinci (i.1490-1516), Newton (1704) y Goethe (1808-1810).

Ya en el siglo XX, otros científicos y estudiosos como Ostwald (1917), Munsell (1905, 1921), Pope (1929, 1949), Villalobos-Domínguez (1947), Gerritsen (1975), Küppers (1978), Nemcsics (1980), por solo mencionar algunos, se han destacado por haber formulado y construido sistemas de ordenamiento del color. Este objetivo ha sido perseguido también por organizaciones como la Commission Internationale de l'Éclairage, la Optical Society of America, la Swedish Standard Institution y otras.

La lógica organizativa suele darse a través de variables o parámetros de análisis del color. Así, por ejemplo, la longitud de onda de la radiación luminosa determina una escala lineal de colores espectrales que va desde el rojo, pasando por el naranja, amarillo, verde y azul, hasta el violeta. En los círculos cromáticos suele tomarse este ordenamiento uniendo los extremos violeta y rojo con el agregado del púrpura, que no aparece en el espectro, y formando una escala circular de tintes.

Otras variables que suelen utilizarse para completar la definición específica de un color y para posibilitar el ordenamiento de las sensaciones de color en modelos tridimensionales son la cromaticidad o saturación y la luminosidad, claridad o valor de los colores.

En la mayoría de los sistemas existen ciertos puntos clave donde se ubican los colores que se consideran primarios o principales, en relación a otros considerados como secundarios, derivados o intermedios. Este tema de cuáles son los colores primarios y cuáles los secundarios suele prestarse a muchas confusiones. En realidad no existe un criterio único para definirlos; ello depende de con qué filosofía está construido cada sistema en particular, qué aspecto del

color describe y organiza o en qué basa sus combinaciones —color-luz o color-pigmento, síntesis aditiva o mezcla sustractiva, estímulo o sensación de color— y a qué usos está destinado. Así, por ejemplo, para un sistema que organice el fenómeno del color desde el punto de vista del estímulo luminoso los primarios estarán dados por luces monocromáticas roja, verde y azul, y si uno le pregunta a un colorimetrista, a un iluminador o a un técnico en televisión, la respuesta será que esos son los colores primarios.

Para los pintores, acostumbrados a trabajar con pigmentos y mediante mezclas sustractivas, los primarios han sido tradicionalmente el amarillo, el rojo y el azul, mientras que los secundarios, obtenidos por mezcla de dos primarios, el naranja, el verde y el violeta. Para un sistema cuya utilidad esté dirigida a la industria gráfica los primarios serán el amarillo, el magenta y el cyan. Para los sistemas que consideran al color como sensación psicológica, los primarios estarán dados por las nociones primigenias acerca del color que se encuentran en la base de casi todas las culturas, y entonces los primarios —organizados generalmente de a pares en polos de oposición— serán el rojo y el verde, el amarillo y el azul, el blanco y el negro.

2.3.1 SISTEMA OSTWALD

El sistema se basa en colores marginales y sus combinaciones. En la figura 1 se puede ver el corte de un plano meridiano del sólido de colores, cuya forma es la de un triángulo equilátero cuyo eje vertical representa la escala de grises que va desde el negro (vértice inferior) al blanco (vértice superior), extendiéndose en el plano horizontal hasta el vértice que representa el color puro o “franco”, como lo denomina Ostwald.

Es de destacar que estos colores puros no tienen relación directa con los colores espectrales puros, sino que son unas aproximaciones arbitrarias. Estos colores se pueden ver en la misma figura que muestra un corte del plano horizontal del sólido de colores. El círculo se divide en ocho colores diferenciados: rojo, púrpura, ultramarino, turquesa, verde mar, verde hoja, amarillo y naranja.

Cada uno está dividido a su vez en tres sectores, por lo que cada círculo tiene 24 divisiones. El número variable de cada división se indica por el número N, que variara de 1 a 24. Ostwald supone la aditividad de esa cualidad N, suponiendo que la mezcla de un color N más otro N + 2, en proporciones iguales dará como resultado otro de valor N + 1.

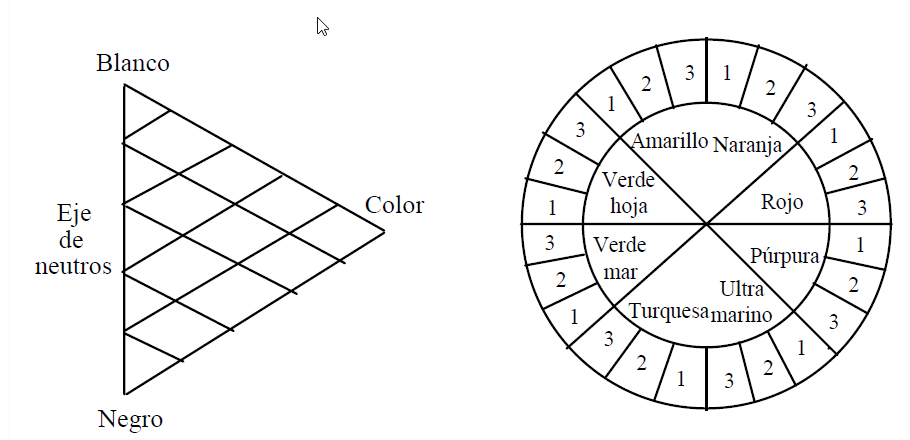


Figura 1.- Corte del sólido de colores de Ostwald

Para cada color de valor N existen, además, otros factores que muestran la ley de composiciones del triángulo. La suma de la parte de blanco, la de negro y la de color N es siempre igual a uno. Se simboliza cada factor con las letras z, k y w y matemáticamente se expresa:

$$z + k + w = 1$$

El gráfico de la figura 2 muestra la representación ideal de esta expresión.

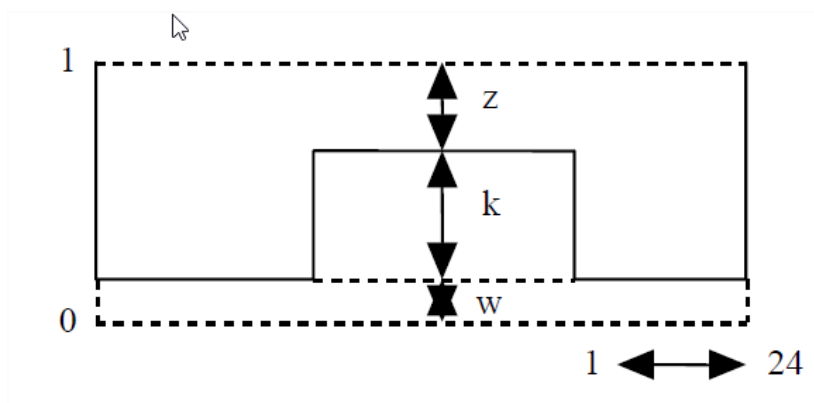


Figura 2.- Representación ideal del color según Ostwald. (z = blanco, k = color, w = negro)

Los colores situados sobre paralelas a la recta que une el negro con el color N se llaman *isótonos*; los situados sobre paralelas a la recta que une el blanco con el color N: *isotinos* y los situados sobre paralelas a la vertical trazada por la recta que une el blanco con el negro *isocromos*. Si se rota el plano cambiando el meridiano, pero manteniendo iguales los valores de z, k y w aunque en distinto tono, se tienen colores *isovalentes*.

La caracterización de un color en el sistema Ostwald se realiza, entonces, mediante la especificación de los cuatro números N, z, k y w.

Las ventajas de este sistema son evidentes: su simplicidad y fácil método de determinación. Sin embargo, posee una gran desventaja: la teoría no es correcta.

En general, los colores no ajustan su curva característica a la prevista por Ostwald, por lo tanto, su evaluación de la reflectancia espectral según la suposición de la existencia de colores “francos”, tal y como los define, no es real.

2.3.2 SISTEMA MUNSELL.

Albert Munsell fue un profesor de pintura cuya afición, un tanto infrecuente entre los artistas, de expresar científicamente los parámetros de los elementos que utilizaba para su trabajo y sobre todo para enseñar a sus alumnos, le hizo desarrollar un sistema que hoy sigue utilizándose sobre todo en Estados Unidos.

En su primera comunicación en 1905 afirmaba que el color puede ser especificado mediante un sistema apropiado, basado sobre el *tono*, *claridad* y *croma* (hue, value y chroma en inglés)

de nuestras sensaciones, en lugar de procurar describirlos mediante los infinitos y variantes colores de los objetos naturales.

Proponía un sistema que “estableciera las tres dimensiones del color y midiera cada una de ellas mediante una escala apropiada”. Las ventajas de su sistema fueron descritas por él mismo como se detallan:

- a) Se reemplazan definiciones vagas y abstractas del color por una notación definida.
- b) Cada nombre de un color, autodefine su grado de tono, claridad y croma.
- c) Cada color se puede registrar y comunicar mediante un código.
- d) Se puede escribir la especificación de un color y verificarla mediante pruebas físicas.
- e) Los colores nuevos no perturban la clasificación ordenada, ya que les está reservado un lugar.
- f) El decoloramiento se puede definir y representar gráficamente a ciertos intervalos poniéndose, así, de manifiesto su progreso en términos de tono, claridad y croma.

El sólido de colores propuesto es muy similar al propuesto por Ostwald, tiene un eje principal que es el lugar donde se representan los colores que van desde el blanco hasta el negro (extremo superior e inferior respectivamente), su simetría polar en el eje horizontal indica, mediante el módulo del radio vector la saturación (croma) del color, cuyo tono está dado por el ángulo de ese radio vector con el eje de coordenadas.

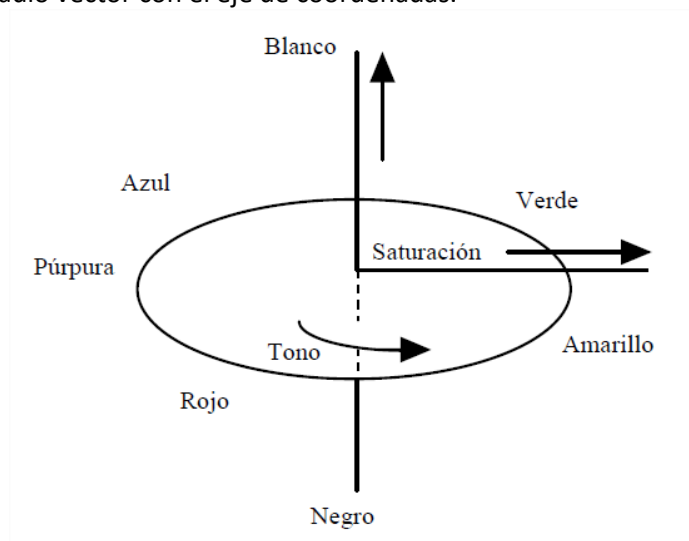
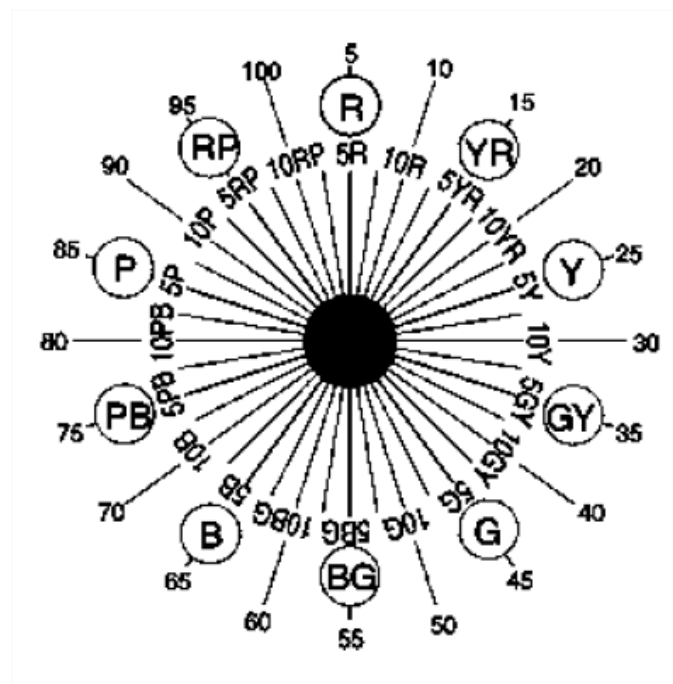


Figura 3.- Corte esquemático del sólido de colores Munsell

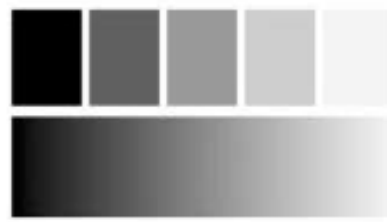
El tono (H, del inglés hue) de un color indica su posición en una escala espaciada de 100 tonos. Esta escala está compuesta por los 10 tonos fundamentales (5 principales y 5 intermedios) igualmente espaciados. La notación de los colores está compuesta por los nombres de los colores más usados: rojo, amarillorrojizo, amarillo, amarillo-verdoso, verde, verde-azulado, azul, violeta (púrpura-azulado), púrpura y rojo-púrpura.



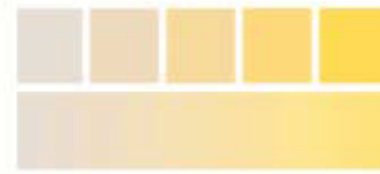
Las iniciales del color (en inglés) unidas a la especificación numérica, determinan el color de una forma muy descriptiva. Así, el 0 es el RP-R (rojo púrpura-rojo), pasando por el 5, R (rojo); el 25, Y (amarillo); el 45, G (verde); el 65, B (azul); y el 85, P (púrpura) y los intermedios YR en 15 (amarillo-rojo); el 35, GY (verde-amarillo); el 55 BG (azul-verde); el 75 PB (púrpura-azul) y el 95 RP (rojo-púrpura).



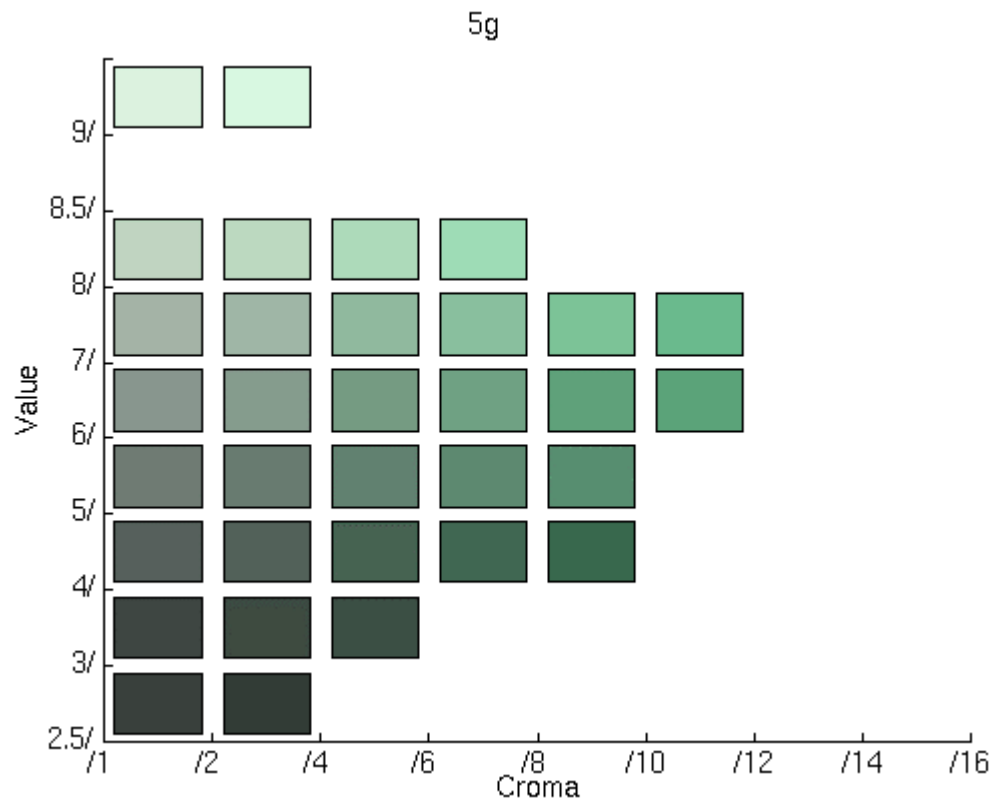
La claridad (V, del inglés value) es la magnitud que corresponde a la escala de grises, e indica lo luminoso u oscuro que es un color respecto a una escala de grises que se extiende desde el negro absoluto (0) al blanco absoluto (10) . Así el símbolo 5/representa un gris medio.



El croma (C) indica el grado de separación entre un tono determinado y un gris de la misma claridad. La escala de croma se extiende desde /0, para un gris, hasta /10, /12, /14 o más, dependiendo de lo saturado que sea el color que se va a evaluar.



La notación completa de Munsell para una muestra de color se escribiría como H V/C. La ley que establece los distintos pasos para cada uno de los colores fue fijada psicológicamente, esto es: establecida una diferencia tipo, las sucesivas fueron evaluadas por observadores.



En su sistema, Munsell estableció una relación entre la luminosidad (que definiremos más adelante) y la claridad de cada color que puede expresarse así:

$$V_2 = 100 L_r \text{ donde } L_r = L_x / L_{MgO}$$

Y L_r es la luminancia del color en cuestión,
 L_x es la claridad medida para el color relativo a la luminancia del MgO ,
 L_{MgO} es la luminancia del óxido de magnesio.

Las tareas realizadas por la Compañía Munsell han permitido realizar un atlas de colores confiable y, muy importante, reproducible, lo que lo convierte en un valioso auxiliar para la evaluación visual subjetiva de los colores, en términos sencillos y rápidos. Las muestras suelen hacerse sobre papel tanto en mate como en brillo, y se elige una u otra según el fin al que se destine. La forma de presentación suele ser un libro en el que va cambiando el tono según se pasan las páginas, mientras que en una misma página la claridad varía de arriba a abajo y el croma de izquierda a derecha.

Es importante señalar un aspecto negativo de todo sistema basado en un atlas de colores, el primero es el envejecimiento, en particular la luz y la humedad deterioran con mayor o menor velocidad el color de las muestras, por lo que hay que tener un cuidado especial en su conservación.

2.3.3 SISTEMA DIN

El sistema DIN es de reciente creación y está basado en un trabajo que comenzó durante la guerra mundial. La norma DIN 6164 especifica un espacio cromático similar al Munsell, pero con diferencias al evaluar la luminosidad. El círculo de colores es similar al descrito en los sistemas anteriores; adopta formalmente las subdivisiones del sistema Ostwald, haciendo que el círculo cromático tenga 24 divisiones; a lo largo del perímetro de los colores varía la magnitud denominada *Fartbon*, “tono de color” en español; éstos a diferencia de los tonos Munsell o los colores francos de Ostwald, no son colores empíricos obtenidos con algún medio reproductivo sino manteniendo siempre el principio del color espectral, de tal forma que las líneas de igual tono, son líneas rectas en el espacio cromático, en lugar de las suaves curvas que representan la misma cualidad para el sistema Munsell. La simetría del sólido de colores DIN se aparta de los sistemas anteriores ya que su polo de referencia no es central y no se pueden obtener pasos intermedios de igual magnitud psicológica. El sólido posee un eje de simetría, igual al del Munsell, que representa la línea de grises, ese eje cuyo extremo inferior representa el negro y el superior el blanco, crea alrededor de sí, con centro en el extremo inferior, un sólido de revolución (cono) cuyo radio vector varía en su longitud evaluando el atributo denominado *Dunkelstufe*, caracterizado como “factor de negrura” o de “oscuridad”. Esta cualidad del color se expresa matemáticamente mediante la fórmula:

$$D = 10 - 6,1723 \log(40.7 h + 1)$$

donde $h = A/A_0 = Y/Y_0$ y es denominado luminancia relativa. Los valores de A_0 , que son iguales a los conocidos como Y_0 están dados en tablas actualizadas por MacAdam en 1951, que

asignan los valores de A0 a los colores óptimos de la misma cromaticidad. Las líneas de igual tono y oscuridad no dan lugar a un arco de circunferencia con centro en el polo de simetría, son arcos de parábola que representan la cualidad denominada Sättigung o “saturación”. El espaciamiento de la saturación tampoco es constante.

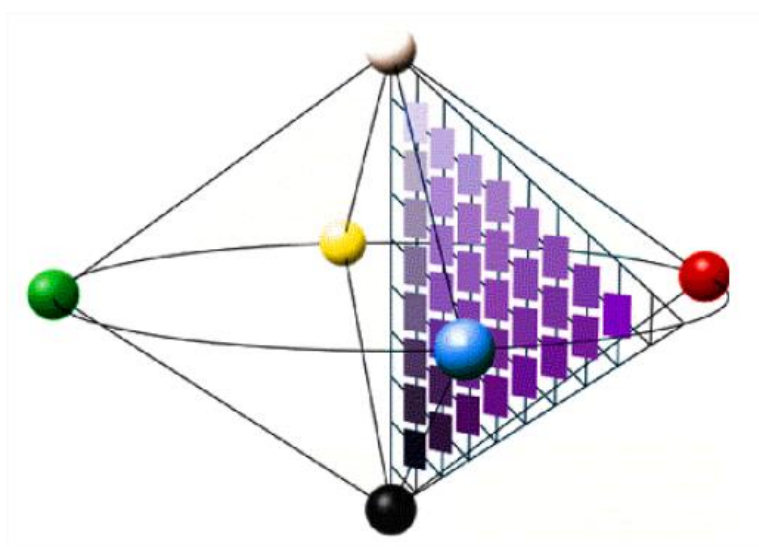
El espaciamiento fue realizado por 317 observadores en un período de varios años. La primera parte de la investigación estableció los parámetros correspondientes al tono. En la segunda, fijado este atributo, se evaluó la métrica de la saturación. Como resultado de ambas pudo establecerse la evaluación del llamado grado de oscuridad. Estas tres magnitudes se simbolizan con las letras T, S y D; con las mismas se puede especificar cualquier color, por ejemplo, 7,0; 3,2; 2,7. de un modo similar al Munsell.

Tanto el sistema Munsell como el DIN tienen tabulados sus valores en términos de las especificaciones CIE.

2.3.4 SISTEMA NCS

El sistema NCS (Natural Color System) es de muy reciente creación (1985) y es, como los anteriores, un sistema de ordenación de colores que sigue un orden lógico y que asigna a cada color una notación unívoca. Basado en la percepción visual del color, permite designar cualquier color mediante un código único que facilita la ordenación y notación de los colores, aportando información completa sobre sus atributos independientemente del material utilizado, superficie, formulación etc.

La colección de cartas de colores NCS consta de 1750 muestras de colores uniformemente distribuidas en el espacio cromático, con el fin de satisfacer cualquier demanda o necesidad.



El sistema NCS se basa en la suposición de que existen seis colores “monocromáticos” en los que se basa la facultad del ser humano de caracterizar los diferentes colores, son el blanco (W), el negro (S), el amarillo (Y), el rojo (R), el azul (B) y el verde (G).

En una notación NCS como por ejemplo 2030-Y0R, las cuatro primeras cifras representan el **matiz** del color, que se divide en el grado de negrura (s), y la cromaticidad máxima (c). Las dos primeras representan la negrura y las dos segundas la cromaticidad, en este caso concreto se trata de un color con un 20% de negro, 30% de cromaticidad y, por diferencia con el 100%, un 50% de blancura (que no aparece reflejado). La segunda parte representa el tono de color o **tono** y describe la semejanza porcentual del color con los primarios cromáticos. En éste caso se trata de un color amarillo (Y) con un 90% de rojo y un 10% de amarillo.

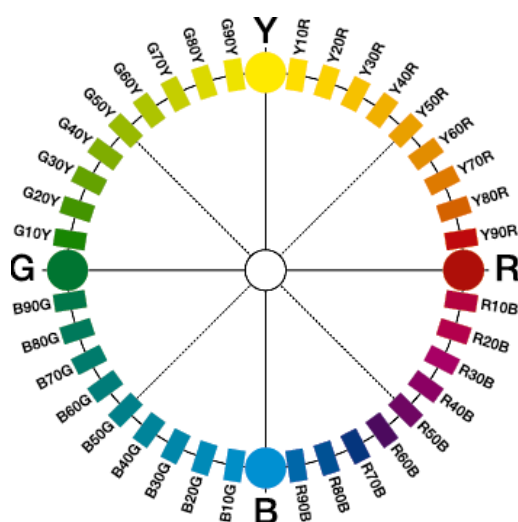


Figura 5.- Círculo cromático NCS

El círculo cromático NCS es un corte horizontal por el centro del sólido de los colores, donde los cuatro colores primarios Y, R, G y B están situados como los cuatro puntos cardinales de una brújula y los colores cromáticos que carecen de atributos de blancura y negrura están situados en la periferia. Cada cuadrante entre dos colores primarios, por ejemplo Y y R, está subdividido en 100 intervalos donde se sitúan los colores resultado de la mezcla visual entre los colores elementales que lo delimitan. Así el círculo de color permite seleccionar el tono.

El triángulo cromático NCS es un corte vertical a través del sólido de colores por cada tono. A la izquierda del triángulo se encuentra la escala de grises, de blanco (W) a negro (S) y a la derecha la máxima saturación del color del tono en cuestión, en el caso de la figura 6.

En el triángulo cromático las escalas están igualmente subdivididas en 100 intervalos y permite desarrollar los colores resultantes de la mezcla visual del color cromático puro (C) con el blanco (W) y el negro (S) representados en los vértices de dicho triángulo.

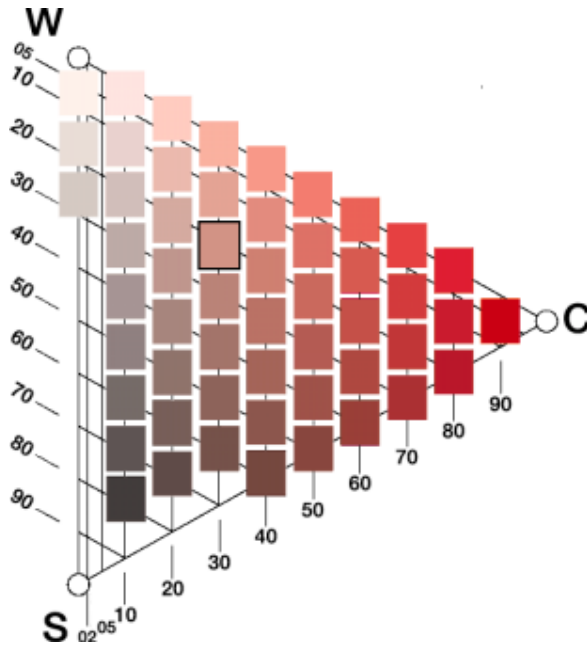


Figura 6.- Triángulo cromático NCS

Mediante el uso del triángulo se pueden comparar los distintos matices para seleccionar, dentro del mismo tono, el color buscado. Debemos tener en cuenta que, según la notación utilizada, los colores con el mismo matiz tienen las cuatro primeras cifras idénticas, pero su diferencia de tono se aprecia en el resto de su denominación. De la misma forma los colores que tienen el mismo tono tienen la misma combinación de cifras y letras después del guion y distinto matiz.

2.3.5 MODELO RGB

La mezcla de colores luz, normalmente rojo, verde y azul (RGB, iniciales en inglés de los colores primarios, Red, Green, Blue), se realiza utilizando el sistema de color aditivo, también referido como el modelo RGB o el espacio de color RGB. Todos los colores posibles que pueden ser creados por la mezcla de estas tres luces de color son aludidos como el espectro de color de estas luces en concreto. Cuando ningún color luz está presente, uno percibe el negro.

Los colores luz tienen aplicación en los monitores de un ordenador, televisores, proyectores de vídeo y todos aquellos sistemas que utilizan combinaciones de materiales que fosforecen en el rojo, verde y azul.

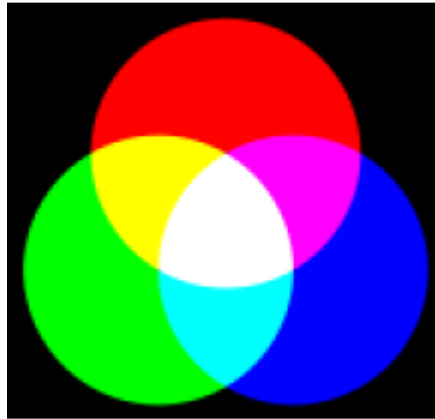


Figura 7.- Modelo de color RGB

2.3.6 MODELO CMYK

Para impresión, los colores usados son cian, magenta y amarillo; este sistema es denominado modelo CMY. En el modelo CMY, el negro es creado por mezcla de todos los colores, y el blanco es la ausencia de cualquier color (asumiendo que el papel sea blanco). Como la mezcla de los colores es sustractiva, también es llamado modelo de color sustractivo. Una mezcla de cian, magenta y amarillo en realidad resulta en un color negro turbio por lo que normalmente se utiliza tinta negra de verdad. Cuando el negro es añadido, este modelo de color es denominado modelo CMYK. Recientemente, se ha demostrado que el modelo de color CMYK es también más preciso para las mezclas de pigmento.



Figura 8.- Círculo cromático CMY

Se debe tener en cuenta que sólo con unos colores "primarios" ficticios se puede llegar a conseguir todos los colores posibles. Estos primarios son conceptos arbitrarios utilizados en modelos de color matemáticos que no representan las sensaciones de color reales o incluso los impulsos nerviosos reales o procesos cerebrales. En otras palabras, todos los colores "primarios" perfectos son completamente imaginarios, lo que implica que todos los colores primarios que se utilizan en las mezclas son incompletos o imperfectos.

2.3.7 PANTONE

PANTONE Inc. es una empresa con sede en Carlstadt, Nueva Jersey (Estados Unidos), creadora de un sistema de control de color para las artes gráficas. Su sistema de definición cromática es el más reconocido y utilizado por lo que, normalmente, se llama Pantone. Este modelo de color, a diferencia de los modelos CMYK y RGB, suele denominarse color directo o especial. El sistema se basa en una paleta o gama de colores, la guía PANTONE, de manera que muchas veces es posible obtener otros por mezclas de tintas predeterminadas que proporciona el fabricante.

Por ejemplo, es un sistema muy empleado en la producción de pinturas de color por mezcla de tintes. Estas guías consisten en un gran número de pequeñas tarjetas de cartón, sobre las que se ha impreso en un lado muestras de color. Cada una de las muestras está numerada y una vez seleccionada es posible recrear el color de manera exacta.

Las ediciones de las Guías PANTONE se distribuyen anualmente debido a la degradación progresiva de la tinta. Las guías de color y los libros de muestras se imprimen en papel estucado, papel sin estucar y papel mate, para asegurar una visualización precisa del resultado impreso y un mejor control al imprimir.



El sistema de notación de colores **Natural Colour System** fue elegido por AENOR como el **estándar de colores para pinturas en España** y reconocido como Norma UNE en el año 1994. Así, NCS es desde el mismo año la **Norma UNE 48103 de AENOR** para Colores Normalizados. Dicha Norma fue elaborada por el comité técnico *AEN/CTN 48 Pinturas y Barnices* cuya Secretaría desempeña ASEFAPI. La Norma fue revisada en el año 2002 y mantenida como tal, por ello actualmente el nombre completa de la Norma es 48103-2002.

Esta establece un sistema normalizado de designación y codificación de los colores que toma como base el sistema de ordenación y notación del color NCS (Sistema Natural del Color). El sistema NCS, aceptado universalmente y de probada implantación, ofrece como ventaja la posibilidad de interpretar los atributos del color a través de su código, de poder combinarlos

fácilmente, además de servir de referencia en las transacciones técnicas y comerciales. La Norma UNE 48103 satisface la mayor parte de las necesidades de elección de colores de las pinturas empleadas en **construcción, decoración**, así como en la **industria en general**.

- A menudo recordamos algo y lo identificamos a través de un color. Cuando queremos referirnos a una prenda de vestir en particular, y de la multiplicidad de características que podríamos utilizar como sustituyentes (su material, su tipo de tejido, su forma, su textura, etc.) generalmente tomamos el color como signo más saliente. Aunque a veces se utilizan varias características en conjunto, cada una haciendo referencia a alguna particularidad, los signos cromáticos casi nunca están ausentes. Parecería que el color generalmente impresiona en la memoria de manera más vívida que otros tipos de características.

TERCERA PARTE

3.1 QUÍMICA DEL COLOR

3.1.1 TINTE

El **tinte** o **tintura** es una sustancia con la que se le da color a un objeto o cosa (usualmente tejido, ropa o cabello) sobre el que ya tenía, por lo que se usa en ámbitos domésticos para cambiar el aspecto de la ropa usada o bien pasada de moda. Aunque existen multitud de tintes naturales, la mayoría de los tintes usados hoy en día contienen productos químicos. Los tintes capilares se dividen en oxidantes y no oxidantes.

En las litografías, la palabra tinte hace referencia a un tono sólido o plano, esto es, que no contiene degradaciones.

En el sector de la madera, se conoce como tintes a los productos químicos que permiten cambiar la tonalidad de la madera. El tintado de la madera permite cambiar su color, aunque conservando el veteado original. Los tintes para la madera pueden ser con disolventes sintéticos o acuosos.

Muchos tintes o tinturas tienen propiedades medicinales, tales como el yodo, violeta de genciana, merthiolate, mercurocromo, azul de metileno.

La tintura también es un método de extracción de los principios activos de una planta, se realiza dejando la planta en alcohol etílico o etanol.



3.1.2 COLORANTE

Un colorante es una sustancia que es capaz de teñir las fibras vegetales y animales. Los colorantes se han usado desde los tiempos más remotos, empleándose para ello diversas materias procedentes de vegetales (cúrcuma, índigo natural, etc.) y de animales (cochinilla, moluscos, etc.) así como distintos minerales.

En química, se llama colorante a la sustancia capaz de absorber determinadas longitudes, son sustancias que se fijan en otras sustancias y las dotan de color de manera estable ante factores físicos/químicos como por ejemplo: luz, lavados, agentes oxidantes, etc.



Para que un colorante funcione en su estructura química ha de tener unos determinados grupos funcionales denominados cromóforo, ("ceder color") que son los que hacen que la molécula absorba en la región visible del espectro electromagnético. Un auxocromo ("aumentar color") es un grupo funcional que por sí sólo no da color a la molécula, pero que si se encuentra conjugado con un grupo cromóforo aumenta la intensidad del color.

Los colorantes se utilizan en las industrias de impresión y recubrimiento de superficie, donde se requiere un nivel muy alto de transparencia en la producción de láminas de metal, pintura y stains para madera, entre otras numerosas aplicaciones. Gracias a los avances en la tecnología de resinas, colorantes ahora también están siendo utilizados en los acabados de automóviles específicos debido a su color y propiedades de transparencia.

Los colorantes también se utilizan para la coloración en masa de materiales termoplásticos en un estado de transición de vidrio a temperaturas normales de servicio. Los colorantes seleccionados para la coloración de polímeros son solubles dentro de esos sustratos.

Existen tres categorías de colorantes:

- Colorantes básicos
- Colorantes liposolubles
- Colorantes de complejo metálico

3.1.3 PIGMENTO

Un pigmento es un material que cambia el color de la luz que refleja como resultado de la absorción selectiva del color. Este proceso físico es diferente a la fluorescencia, la fosforescencia y otras formas de luminiscencia, en las cuales el propio material emite luz. Muchos materiales selectivamente absorben ciertas ondas de luz, dependiendo de su longitud de onda. Los materiales que los seres humanos han elegido y producido para ser utilizados como pigmentos por lo general tienen propiedades especiales que los vuelven ideales para colorear otros materiales. Un pigmento debe tener una alta fuerza teñidora relativa a los materiales que colorea. Además debe ser estable en forma sólida a temperatura ambiente.

Los pigmentos son utilizados para teñir pintura, tinta, plástico, textiles, cosméticos, alimentos y otros productos. La mayoría de los pigmentos utilizados en la manufactura y en las artes visuales son colorantes secos, usualmente en forma de polvo fino. Este polvo es añadido a un vehículo o matriz, un material relativamente neutro o incoloro que actúa como adhesivo. Para aplicaciones industriales, así como artísticas, la permanencia y la estabilidad son propiedades deseadas. Los pigmentos que no son permanentes son llamados fugitivos. Los pigmentos fugitivos se desvanecen con el tiempo, o con la exposición a la luz, mientras que otros terminan por ennegrecer.

Generalmente se hace distinción entre un pigmento, el cual es insoluble en el vehículo (formando una suspensión), y un tinte, el cual o es un líquido o es soluble en el vehículo (resultando en una solución). Un colorante puede ser un pigmento o un tinte dependiendo del vehículo en el que se usa. En algunos casos, un pigmento puede ser fabricado a partir de un tinte precipitando un tinte soluble con una sal metálica.

Los pigmentos han sido utilizados desde tiempos prehistóricos, y han sido fundamentales en las artes visuales a lo largo de la Historia. Los principales pigmentos naturales utilizados son de origen mineral o biológico. La necesidad de conseguir pigmentos menos costosos dada la escasez de algunos colores, como el azul, propició la aparición de los pigmentos sintéticos.



Los pigmentos se clasifican en orgánicos o inorgánicos.

Los pigmentos orgánicos se basan en cadenas de carbono y los anillos de carbono. Sin embargo, también pueden contener elementos metálicos (inorgánicos) que ayudan a estabilizar las propiedades del componente orgánico.

Los pigmentos inorgánicos, son compuestos químicos no basados en carbono, siendo generalmente sales metálicas precipitadas a partir de soluciones.

Pigmentos Colorantes para la construcción. Pigmentos colorantes para hormigón, mortero y cemento. Pigmentos inorgánicos de óxidos de hierro, óxido de cromo, dióxido de titanio, negro de humo, negros de carbono y azul de cobalto. Son pigmentos sintéticos de gran poder colorante, insolubles en agua y resistentes a la luz solar y a la alcalinidad del cemento.

3.1.4 PIGMENTOS DE ÓXIDO DE HIERRO

El Óxido de Hierro Natural es un producto que se formó hace millones de años cuando a causa de los distintos movimientos sufridos por la tierra, el hierro pobre incandescente procedente del interior de la tierra, sale hacia fuera quedando aprisionado entre varias capas de piedra, entre las cuales se iría enfriando adquiriendo así la tonalidad que variaría, según ese enfriamiento, desde tonalidades amarillentas u ocre hasta tonalidades negruzcas o negras, pasando entre tanto por diferentes tonalidades rojas, marrones y anaranjadas según fuese la naturaleza del mineral, la temperatura adquirida en el interior de la tierra y la velocidad de enfriamiento en las capas más altas de la misma.



Mineral de hierro

El Óxido de Hierro Natural se extrae de minas que, o bien se explotan a cielo abierto como si fuese una cantera, o bien desde el interior abriendo cavidades sobre el filón. Luego, y través de un proceso de selección y clasificado, pasa a la fase de molturación y envasado. A partir de ahí ya estaría listo para su comercialización en los distintos mercados industriales donde son utilizados.

El Óxido de Hierro Inorgánico se crea por la reacción química que se produce al añadir determinados ácidos a la chatarra, sometida a ciertas temperaturas y presión. Así se crea una pasta que obtendrá una u otra tonalidad dependiendo del ácido y la temperatura empleada. Esta pasta ha de secarse y morturarse, para su posterior envasado y comercialización.

La diferencia del Óxido de Hierro Natural con el Óxido de Hierro Inorgánico radica esencialmente en el proceso de fabricación.

El Óxido de Hierro Inorgánico tiene más poder de pigmentación que el óxido de hierro natural, pero no por ello se puede decir que éste tiene menos calidad, ya que posee un alto poder antioxidante, por lo que ha sido usado desde hace muchos años en la fabricación de pinturas antioxidantes y anticorrosivas, como por ejemplo pinturas para barcos, imprimaciones, y otros muchos tipos de pinturas industriales de gran calidad.



Los Óxidos de Hierro Naturales son pigmentos que han sido utilizados desde que el hombre comenzó sus andaduras en el planeta, lo han usado entre otras cosas para pintar sus cuerpos y para decorar sus cuevas y viviendas. Hoy día es usado como pigmento en muy distintas aplicaciones industriales.

Tanto el Óxido de Hierro Natural como el Óxido de Hierro Inorgánico podrían ser utilizados en los siguientes tipos de industrias entre otras:

- Industria del cemento: Se usa para pigmentar cualquier tipo de cemento, mortero, lechada, pavimentos, terrazos, tejas, bloques, estucos, etc.
- Pinturas: Imprimaciones, impermeabilizantes, esmaltes, pintura de decoración, recubrimientos, etc.
- Plásticos: Masterbatch, PVC, etc.
- Industria del papel: Cartoncillo, boquilla para cigarros, etc.
- Industria del vidrio, industria de la fundición, industria de la cerámica, abrasivos, comida para animales, cosmética, fertilización, pieles de caucho, asfalto, etc.

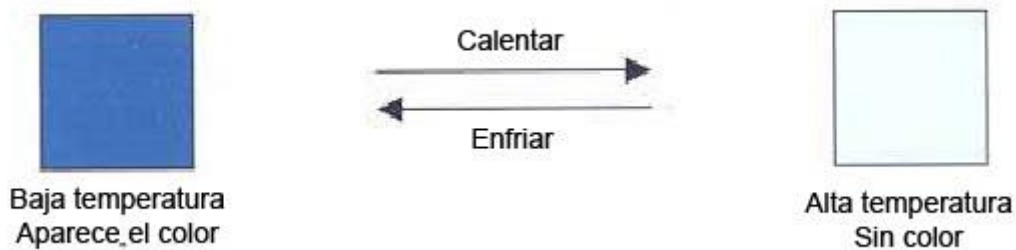
3.2 MATERIALES CROMOACTIVOS

Los materiales cromoactivos son aquellos en los que se producen cambios de color como consecuencia de algún fenómeno externo como puede ser la corriente eléctrica, la radiación ultravioleta, los rayos X, la temperatura o la presión.

Los materiales cromoactivos se pueden clasificar en: termocrómicos, fotocromicos y electrocromicos.

3.2.1 MATERIALES TERMOCRÓMICOS

Termocrómicos: son materiales que cambian reversiblemente de color con la temperatura. Permiten seleccionar el color y el rango de temperaturas, con lo que permiten un rango muy amplio de aplicaciones. Normalmente son de naturaleza semiconductor. Su aplicación fundamental es señalización (etiquetado/control temperatura-cadena frío-), seguridad (tuberías y conducciones, elementos peligrosos, etc...), artículos del hogar (envases microondas, sartenes, placas calefactoras, vasos-jarras, etc.) y juguetería.



- **Pigmentos termocrómicos**

Los pigmentos termocrómicos son sólidos en polvo que cambian reversiblemente de color con la temperatura, este cambio de color ocurre dentro de un rango de temperaturas. Habitualmente son compuestos semiconductores.

- **Pinturas termocromáticas**

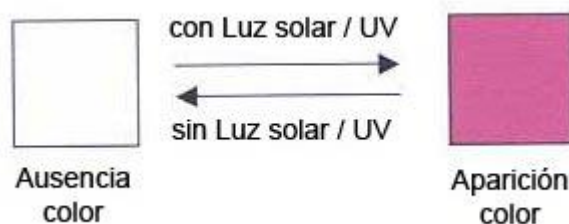
Las pinturas termocromáticas cambian reversiblemente de color con la temperatura, este cambio de color ocurre dentro de un rango de temperaturas. Habitualmente son compuestos semiconductores.

- **Tintas termocrómicas**

Las tintas termocrómicas o termocromáticas cambian reversiblemente de color con la temperatura, este cambio de color ocurre dentro de un rango de temperaturas. Habitualmente son compuestos semiconductores. Su diferencia con las pinturas es que su viscosidad es más elevada.

3.2.2 MATERIALES FOTOCRÓMICOS

Fotocrómicos: son aquellos materiales que cuando incide sobre ellos la luz solar, o luz con elevado componente UV, cambian de forma reversible su color. El color desaparece cuando cesa la excitación. Estos materiales no se ven en la oscuridad. Sus aplicaciones fundamentales es en temas de seguridad (tinta invisible, detección de documentos), en temas publicitarios (carteles, camisetas, zapatos, cordones, bolsos, folletos...etc) y en óptica (lentes).



- **Pigmentos fotocrómicos**

Los pigmentos fotocrómicos son sólidos en polvo que cambian reversiblemente de color. Como pigmentos necesitarán de un ligante (preferiblemente transparente) para que se adhieran a una superficie. Este tipo de materiales no se ven en lugares oscuros. Cuando la luz solar o la radiación UV inciden sobre la estructura molecular del material, ésta cambia y aparece un color, que desaparece cuando cesa la fuente.

- **Pinturas fotocrómicas**

Las pinturas fotocrómicas cambian reversiblemente de color. Pasan de un color blanquecino a un color intenso (rojo, azul, etc.) Este tipo de materiales no se ven en lugares oscuros. Cuando la luz solar o la radiación UV inciden sobre la estructura molecular del material, ésta cambia y aparece un color, que desaparece cuando cesa la fuente.

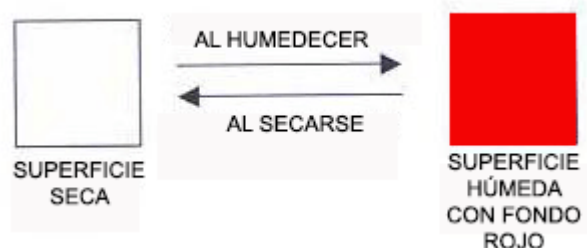
- **Tintas fotocromáticas**

Las tintas fotocromáticas cambian reversiblemente de color. Pasan de un color blanquecino a un color intenso (rojo, azul, etc.) Este tipo de materiales no se ven en lugares oscuros. Cuando la luz solar o la radiación UV inciden sobre la estructura molecular del material, ésta cambia y aparece un color, que desaparece cuando cesa la fuente. Se diferencian de las pinturas en la viscosidad del producto (más alta para las tintas).

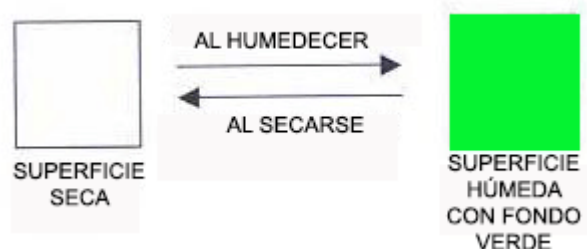
3.2.3 MATERIALES HIDROCRÓMICOS

Materiales que al ser humedecidos cambian su aspecto o color. Los más habituales son aquellos que al humedecerlos se hacen transparentes.

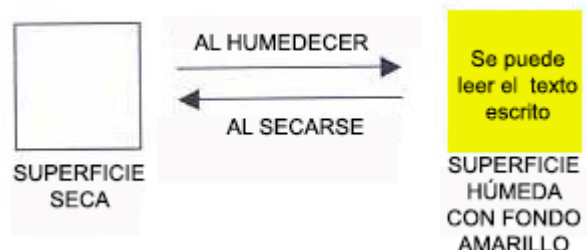
- Las pinturas hidrocrómicas son aquellas que al ser humedecidas con agua, pasan del color blanco opaco a transparentes. El proceso se realiza de forma reversible, de manera que al secarse la superficie, ésta se vuelve nuevamente opaca (blanca). Este proceso nos permite, imprimiendo previamente el fondo de un color, pasar de blanco a dicho color. Por ejemplo si tuviéramos un fondo rojo tratado con el hidrocrómico, el resultado sería:



Si el fondo fuera de color verde y estuviera tratado con el hidrocrómico, el resultado sería:



Obviamente si hubiera un texto en el fondo, el resultado sería:



3.2.4 MATERIALES ELECTROCRÓMICOS

Los materiales electrocrómicos son aquellos que cambian de color al paso de una corriente eléctrica. Esta induce en ellos reacciones redox que modifican las bandas de energía en las que el material interacciona con la luz visible.

Aunque el primer material electrocrómico se sintetizó en el siglo XVIII y las primeras referencias a dicho efecto datan del siglo XIX, el estudio detallado de sus propiedades no llegó hasta los años sesenta del siglo pasado. Durante los últimos años, el desarrollo de nuevos materiales electrocrómicos ha conocido un crecimiento exponencial. Sus aplicaciones incluyen vidrios inteligentes, dispositivos de visualización y telas de camuflaje.

3.3 MATERIALES INTELIGENTES

- THERMELEON

Un equipo de recientes graduados del MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) ha desarrollado un material con el que se podría tener *tejas que cambiaran de color* dependiendo de la temperatura. Blancas cuando hace calor, y negras cuando hace frío.

Cualquiera sabe que una **superficie oscura** absorbe el calor del sol de manera muy eficiente, por eso en invierno un tejado oscuro puede ayudar a reducir la factura en calefacción. En verano, es al contrario, una cubierta negra haría trabajar más a los aparatos de aire acondicionado, de ahí que lo ideal sería que fuera **blanca**, con lo que se ahorraría energía.



El equipo de Thermeleon, así han llamado el material, utiliza un *polímero* comercial común en una solución de agua. Esta solución está *encapsulada* entre capas de plástico flexible, con una capa oscura en la parte posterior. Cuando la temperatura está por debajo de cierto nivel (esto puede alterarse según una fórmula), el polímero queda disuelto haciendo que el fondo negro se vea a través de él (absorbe calor del sol). Pero cuando la temperatura sube, el polímero se condensa produciendo una superficie blanca (refleja calor del sol).

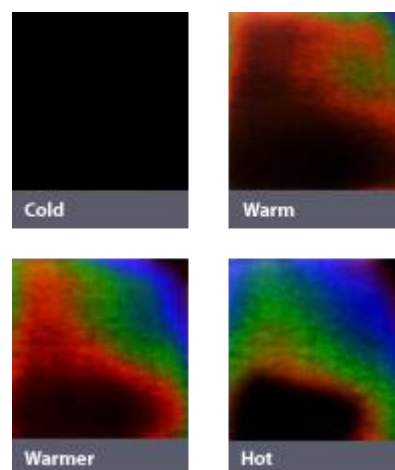


Ahora están trabajando en una versión aún más sencilla en la que la solución del polímero estaría *micro-encapsulada*, produciendo una especie de pintura clara que podría rociarse sobre cualquier superficie oscura existente. Las pequeñas cápsulas aportarían la propiedad de cambio de color a dicha superficie, y sería más barato que la instalación de un material nuevo. Queda por saber qué durabilidad tendría un material con estas características, antes de comercializarlo.

- **MOVING COLOR**

Esta nueva línea de materiales que cambian de color su superficie está compuesta por el vidrio laminado bajo en hierro de más alta calidad.

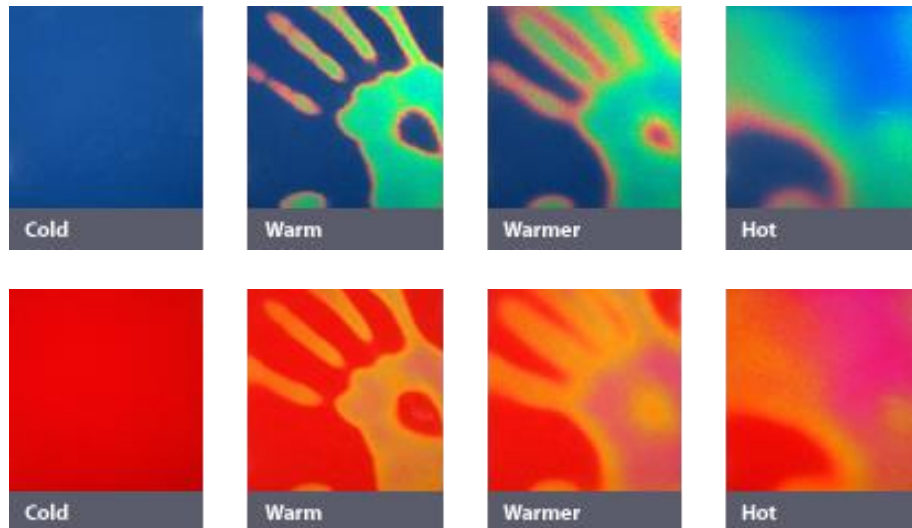
Estos paneles térmicamente activados son totalmente personalizados para satisfacer las necesidades de los clientes y están disponibles en una variedad de diferentes tamaños, formas, temperaturas de activación, colores, así como los efectos de doble cara.



Estos paneles se pueden utilizar para todo, desde un vidrio arquitectónico a gran escala hasta pequeños azulejos individuales. Estos paneles sensibles a la temperatura

están clasificados para uso comercial y son un complemento interactivo para cualquier proyecto de diseño de interiores.

Dentro de esta empresa se están fabricando también cerámicas sensibles al tacto, que cambian de color al contacto con fuentes de calor.



3.4 Principales empresas fabricantes de “Color”

3.4.1 Pinturas:

A continuación se detalla a las principales empresas dedicadas a la fabricación de pinturas y recubrimientos a nivel mundial.²

1. **PPG** – Estados Unidos.- Principales productos: Recubrimientos aeroespaciales • Pinturas y revestimientos Marítimos • Revestimientos arquitectónicos • Recubrimientos especializados.
2. **AkzoNobel** – Holanda.- Principales productos: Pinturas decorativas • Pinturas y revestimientos Marítimos • Revestimientos industriales y en polvo
3. **Henkel** – Alemania.- Principales productos: Adhesivos, sellantes y recubrimientos de propósitos especiales

² Datos obtenidos de la revista Coatings World, que cada año, realiza un ranking de las compañías más importantes de pintura, recubrimiento, adhesivos y selladores que operan en la industria global.

4. **Sherwin-Williams** – Estados Unidos.- Principales productos: Revestimientos arquitectónicos, pinturas industriales pinturas y revestimientos marítimos.
5. **Valspar** – Estados Unidos.- Principales productos: pinturas arquitectónicas, revestimiento en general, revestimientos de madera, pintura automotriz.
6. **RPM** – Estados Unidos
8. **BASF** – Alemania
7. **Axalta** – Estados Unidos
9. **Sika** – Suiza



3.4.2 Anodizado:

Otro método bastante utilizado para dar color es el anodizado y la coloración electrolítica, el anodizado es un proceso electroquímico, de oxidación forzada (anodizado), por medio de este proceso el aluminio forma una capa protectora de óxido de aluminio sobre la superficie del aluminio base. El proceso consiste en someter al aluminio a una inmersión de ácido (generalmente sulfúrico). Al pasar corriente se libera el oxígeno que se dirige al nodo que al reaccionar con el aluminio genera una capa de óxido cuyo espesor varía con el tiempo de paso de la corriente. Para cerrar los poros que presenta la superficie del aluminio anodizado se lo sumerge en agua caliente. De esta manera queda finalizado el procedimiento, la vida útil de este acabado es proporcional al espesor de la capa anódica obtenida.

Usos del Aluminio anodizado:

- Perfilera para diferentes usos en la construcción, como puertas, marcos, ventanas, estructuras de techos.
- Pasamos, láminas para diferentes usos etc.

- Herrajes para diferentes usos en la industria de la construcción o en la peletería, como mangos, de puertas, cajones, etc, o hebillas y decoraciones para cinturones y bolsos.

Entre las empresas que se dedican a brindar este servicio dentro de Cataluña y que pertenecen a la Asociación Española del Aluminio y Tratamientos de Superficie, encontramos las siguientes:

- DECORAL, S.A.
- PROTECCIONES ANÓDICAS, S.A. (PROANSA)
- ANODICOLOR, S.L.U.

3.4.3 Pigmentos

LANXESS Pigmentos Inorgánicos

Es el productor más grande del mundo de óxido de hierro y cromo. Aparecieron por primera vez en Alemania, donde han sido fabricados desde 1926. Hoy los pigmentos inorgánicos de LANXESS son utilizados por clientes de todo el mundo en una amplia gama de aplicaciones, en techos, paredes, caminos, césped artificial, pisos laminados, productos de plástico y cosméticos.

Bayferrox®, Colortherm® y Bayoxide® son los principales productos de Pigmentos inorgánicos de LANXESS. Se utilizan con éxito en numerosas aplicaciones en distintas industrias.

Las principales industrias que utilizan los productos que la empresa LANXESS ofrece son:

- Recubrimientos
- **Construcción**
- Papel
- Tratamiento de Aguas
- Impresión
- Química
- Automotriz
- Cerámica
- Refractarios
- Cosmética

La industria de la construcción es una de las mayores consumidoras de pigmentos LANXESS; por lo que es de particular importancia. Con su red de distribución global, los pigmentos inorgánicos permanecen cerca de sus consumidores, donde quiera que se encuentren localizados en el mundo.

Las líneas Bayferrox® y Colortherm® son utilizadas para dar una apariencia estéticamente agradable a los materiales de construcción, como el concreto colado, tejas de concreto, adoquines y asfalto. Estos productos son estables ante la luz y el clima se encuentran disponibles, dependiendo del campo de aplicación, en polvo, mezcla de pigmentos compactos y en forma granular.



BASF

En 1966 se funda BASF Española y, con ello, se inician las actividades comerciales directas de BASF en España, con sede en Barcelona. Tres años más tarde, se inaugura el centro de producción de Tarragona con la planta de Styropor y BASF compra la empresa Urruzola, dedicada al negocio de las pinturas. La empresa, situada en Madrid, pasaría a llamarse Glasurit diez años más tarde.

Actualmente, en España, BASF dispone de diez centros, más de 2.000 colaboradores y goza de una posición de liderazgo en el sector químico.

Dentro de la amplia gama de productos que esta empresa ofrece, las principales industrias que resultan beneficiadas de estos serían:

- **Pinturas y Construcción**
- Plásticos
- Industria del papel
- Farmacéutica
- Perfumería
- Nutrición Animal
- Pegamentos y Resinas
- Nutrición Humana

En la industria de la construcción, sin duda uno de los materiales más utilizados es el hormigón. Los pigmentos utilizados para colorear hormigón deben ser inorgánicos, inertes en medio alcalino, no alterables a la luz y la intemperie y con alto poder de pigmentación. Se pueden presentar en forma de polvo, granulado, compactado o líquido.

BASF asegura que Desde hace muchos años, la expresividad del hormigón ha sido un factor clave a la hora de mejorar su estética e imagen. Diferentes soluciones se han aportado para desligar la idea de hormigón como un elemento gris e inexpressivo: es el color la más destacada de todas. Así, el uso de pigmentos para hormigón en masa es práctica habitual en plantas de hormigón, prefabricado y obra.

Considerando los pros y los contras de todos ellos, BASF Construction Chemicals decidió que los pigmentos líquidos se ajustan más a las demandas del mercado de la construcción y ahora lanza al mercado la gama de pigmentos Rheocolor. Los pigmentos líquidos Rheocolor son muy estables gracias a que su dispersión en agua se realiza mediante aditivos especiales que reducen su posibilidad de sedimentación y aumentan su tiempo de almacenamiento. Éstos cumplen todos los requisitos físico-químicos antes descritos para cualquier pigmento y adicionalmente presentan mejoras significativas sobre otros formatos como el polvo. Las principales ventajas son: dosificación sencilla (como cualquier otro líquido), limpieza extrema en la manipulación sin polvo en planta u obra, fácil mezclado y dispersión en la masa de hormigón, ahorro en mano de obra y menores problemas de uniformidad de color.

Los pigmentos Rheocolor están indicados para cualquier tipo de hormigón que requiera ser coloreado: hormigón arquitectónico, producción de elementos prefabricados o pavimentación. Al tratarse de un líquido, la sencilla dosificación y manipulación permite su uso para cualquier aplicación con las mejores condiciones ambientales. El diseño de un hormigón debe hacerse únicamente en función de los requerimientos para los que se ha diseñado (consistencia, resistencia a compresión), ya que el uso de pigmentos no influye de manera significativa en esas propiedades. Por el contrario, las características del hormigón y sus variaciones sí influyen en la intensidad y uniformidad del color deseado.



3.4.3.1 CASO DE ESTUDIO

La Ciutat de la Justícia (Ciudad de la Justicia)



Se eleva como un gigante en la Gran Vía de Barcelona. Nueve edificios de hasta 14 pisos a través de 230.000 metros cuadrados.

Los edificios, se encajan entre sí para formar una cohesión, una escultura de gran tamaño, se incluyen salas de audiencia, agencias y oficinas gubernamentales así como también despachos de abogados y restaurantes.

El color integrado al concreto con pigmentos Bayferrox® y COLORTHERM® de LANXESS ofrece a este enorme conjunto un atractivo visual en particular.

Uno de los requisitos para los edificios supera a todos los demás: funcionalidad.

David Chipperfield Arquitectos y su socio español el Arquitecto Fermín Vázquez se mantuvieron fieles a este lema con sus planes para un monumental distrito judicial, sobretodo la funcionalidad del proyecto, sin embargo, una sola mirada es todo lo que lleva a reconocer que esta funcionalidad no vino a expensas de una firma única y una estética extraordinaria.

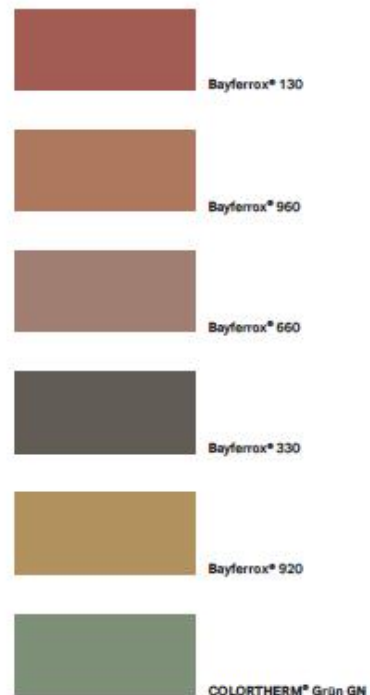
Las fachadas de los nueve edificios se estructuran de forma idéntica para crear una forma cerrada. Los edificios parecen casi arcaicos en su solidez. Una declaración clara fundida en concreto: *La Justicia está aquí.*

El hormigón coloreado integralmente utilizado para las fachadas da a cada edificio una cierta individualidad y visualmente se ablanda la forma severa sin debilitarlo.

Con la Ciutat de la Justícia, Chipperfield ha creado un bodegón arquitectónico de bloques que es a la vez funcional y sensacional en el verdadero sentido de la palabra.

La manera fácil para el tono adecuado.

Los arquitectos decidieron en contra de un recubrimiento porque integralmente el concreto de color deja el material visible en lugar de cubrirlo. Otro aspecto fue la alta calidad duradera. Más de 240.000 metros cúbicos de hormigón fueron coloreados en una mezcladora directamente en el sitio de construcción y vertidos. Esto tenía la ventaja de permitir a los arquitectos ver de inmediato en el lugar si el tono coincidía precisamente con el que tenían en mente.



Fueron utilizados los pigmentos Bayferrox® 130, Bayferrox® 960, Bayferrox® 660, Bayferrox® 330, Bayferrox® 920 y COLORTHERM® Verde GN.

Europigments España, una empresa del grupo LANXESS, suministró los pigmentos en sacos de papel solubles en agua, lo que permitió añadir directamente a la hormigonera. La dispersión fina rápida y precisa del pigmento garantiza una óptima e integral coloración del hormigón, que conserva esta intensa coloración incluso bajo el abundante sol español, y por lo tanto se mantiene libre de mantenimiento.

- Son muchas las posibilidades que actualmente existen para la coloración de materiales de construcción, lo que antiguamente se reducía a escoger materiales por su color natural, hoy queda totalmente desvirtuado ante la amplia oferta de productos y procedimientos que el mercado ofrece para este efecto, sean han visto productos que abren un abanico de posibilidades a los arquitectos y a todos los profesionales inmersos en el campo de la construcción para poder crear edificios que no sólo tengan al color como elemento de decoración sino también como herramienta para mejorar ciertos aspectos técnicos de los proyectos.

CUARTA PARTE

ENTREVISTA AL ARQUITECTO JORDI PAGÉS, PROFESOR DE LA UPC Y SOCIO DE: SUMO ARQUITECTES, SOBRE EL PROCESO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL “EDIFICIO PÚBLICO MULTIFUNCIONAL A SANT MARTÍ”

La entrevista busca dar a conocer como un despacho gestiona la utilización del parámetro color durante las diferentes fases de elaboración de un proyecto, iniciando desde el diseño, la elaboración de planos, la selección de materiales, y las diferentes decisiones que se deben tomar durante el proceso constructivo.

1. ¿Cómo gestiona el despacho la utilización del color durante las fases de elaboración de un proyecto?

La verdad no tenemos ningún código de colores al respecto, depende de la persona que realice los planos, queda a gusto de él.

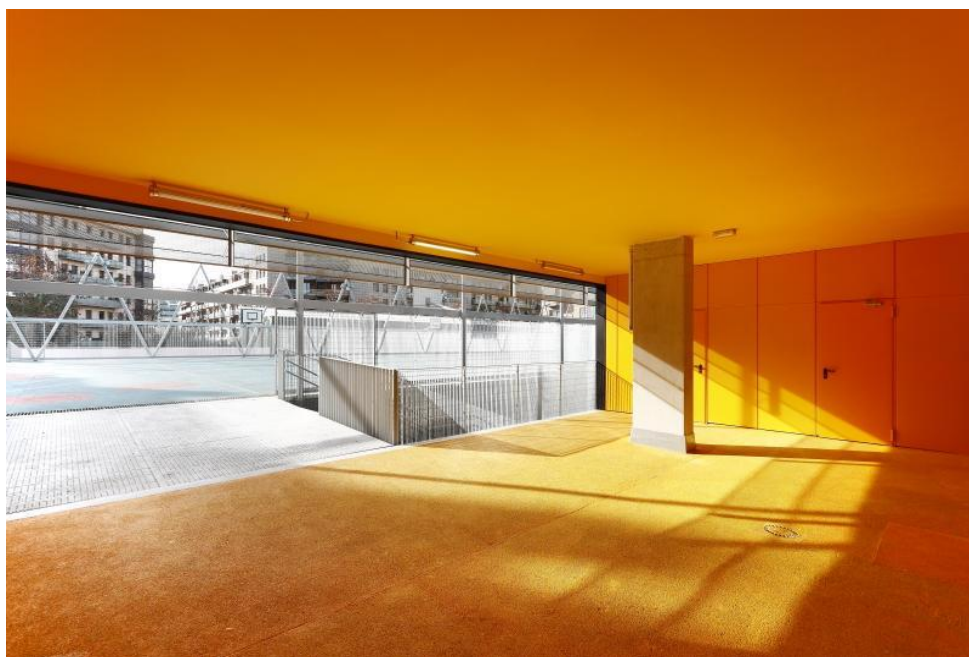
2. ¿En la etapa de diseño del proyecto, se definen ya los colores definitivos de la obra?

En el despacho somos tres arquitectos, siempre nos ponemos de acuerdo en todo, pero en el color nos cuesta muchísimo, porque al final es algo muy personal, entonces lo que hacemos como sistema es que primero definimos donde va a haber color y entonces cuando hacemos el proyecto definimos que zonas son susceptibles de tener color, pero luego el color depende mucho también del material, no es lo mismo pintar una pared de un color, que escoger un material que tiene una gama de colores muy concreta.

3. Siendo el color amarillo el que más destaca en este proyecto, ¿en base a que parámetros se decidió la colocación de este?



Los interiores son básicamente amarillos, porque dependían mucho de este material (estratificado de núcleo fenólico) porque la pinturas de pared tienen una gama amplia de colores, pero este tiene una gama muy limitada de colores, entonces lo que hicimos fue pedir a la constructora muestras de éste material, entonces lo que si estaba definido es que todo sería blanco excepto los revestimientos verticales hasta una cierta cota que estos serían de un color, uno solo.... Sólo queríamos un color! Estuvimos barajando varios colores, al final nos decidimos por el amarillo por era en el que el estratificado de núcleo fenólico se veía más liso y puro.



4. ¿Se tomaron en cuenta las “sensaciones” que los colores pueden producir?

De manera indirecta, se descartan algunos colores porque pueden ser demasiado agresivo, nos decidimos por un solo color al interior y solamente dos colores prácticamente neutros en los exteriores porque al ser un barrio muy denso y muy ecléctico queríamos que el proyecto que es un edificio multifuncional con varios equipamientos se muestre como unitario, es decir un solo edificio.

Leímos todo lo que corresponde a sensaciones que los colores transmiten, pero al final decidimos colocar el color que más nos gustó.

5. ¿Por qué se decidieron a colocar un solo color en las áreas exteriores?

En el exterior (cubiertas) lo que si teníamos claro es que el hormigón poroso, hay que pintarlo, para protegerlo de los rayos ultravioleta, entonces como debíamos pintarlo decidimos concentrar el color en los planos horizontales, excepto en la planta baja, que es de otro material (caucho) que no admite bien el color verde turquesa, pero en cambio admite bien el amarillo, entonces decidimos que ese patio tenga un color diferente de manera que los niños tengan también un patio especial, aunque la idea

original era que todos los planos horizontales tengan un color y los interiores tengan otro.



6. El edificio cuenta con un buen comportamiento energético, ¿la definición de colores de los recubrimientos de los patios y cubiertas fue pensada de alguna manera para mejorar esto?

No, lo que hicimos fue tomar como una precaución paralela para permitir que pueda tener el color que quisiéramos. Cuando hicimos el proyecto lo que diseñamos fue que las fachadas y las cubiertas sean ventiladas.

Cuando las cubiertas no son ventiladas los colores tienen que ser claros seguro, y si las fachadas no son ventiladas, colocar negro en un clima como el de Barcelona hubiera sido una temeridad, entonces decidimos usar fachadas ventiladas porque queríamos tener un buen comportamiento térmico del edificio y además nos servía como sistema ejemplarizante, se puede colocar negro en la fachada, porque es ventilada, además que tengo una protección adicional encima, el brise solei se extiende mas que las ventanas para tener una doble protección, este ultimo que es claro, protege al negro, y además el negro está ventilado, como el color siempre nos cuesta, lo que hicimos es diseñar sistemas constructivos que admitieran cualquier color.

El hormigón poroso no admite bien todos los colores, por ejemplo el amarillo al tener poco pigmento no nos funcionó y nos decantamos por un color más denso y cambiamos a la gama de los verdes.

Se hicieron varias muestras de azules y verdes y nos decidimos por un verde turquesa de una manera muy intuitiva y también porque cuando haces una obra cuenta también la opinión de una serie de personas que intervienen y en este caso, todos

aceptaron colocar el verde esmeralda. Es una manera también de hacer partícipe a todo el mundo. Y lo más importante es que a los niños les gusta mucho estos colores.

7. ¿Los colores utilizados en los pavimentos de los estacionamientos obedecen a alguna decisión en particular?

La empresa municipal que se encarga de los estacionamientos nos pidió que solo que coloquemos un color en cada planta y que estos sean diferentes, querían que cuando alguien aparque el coche rápidamente recuerde si lo dejó en la planta -2 o la planta -1, entonces otra vez, se realizaron muestras de resinas sobre hormigón pulido, el blanco estaba descartado porque se lo utiliza para señalización y el gris también se descartó porque era el color que marcaba las plazas de estacionamientos y entonces los que claramente quedaban mejor y garantizaban la duración eran el azul y el rojo.

8. ¿Cree que estos estacionamientos funcionarían mejor si no estuvieran diferenciados mediante la utilización del color?

Funcionan muy bien porque la gente recuerda donde aparcó el coche y queda marcado la circulación. De hecho en un inicio el cliente quería de color la plaza de aparcamiento y gris la circulación, nosotros le convencimos de invertir esta situación porque no tenía sentido que el color quede tapado por el coche. De esta manera queda más interesante y cumple la condición de reclamo memorístico.

9. ¿La ubicación del edificio, la incidencia del sol, el clima, son factores que inciden al momento de elegir los colores para fachadas?

No, si nos damos un mecanismo previo de poder utilizar el color que queramos, cuando en otros edificios hemos usado un tipo de fachada quizás más sencillo donde no hay un mecanismo de ventilación el color viene casi condicionado, blanco o gris muy claro.

10. ¿El código técnico regula de alguna manera la utilización del color en la ejecución de proyectos?

Solo habla de color en acabados de fachadas y carpinterías relacionados con si van a captar mucha energía o si van a ser más bien reflejantes de energía, pero habla únicamente de colores claros u oscuros. Es de las pocas partes en que se habla de color, en el comportamiento de la fachada ante la radiación solar.

11. En que documentos el código técnico debería incorporar el parámetro “color” para mejorar de alguna manera el proceso y calidad de ejecución de proyectos

Prefiero que no lo incorporen, el color es de las pocas decisiones bastante libres que dependen solo del arquitecto, algunos documentos básicos del código técnico son a mi modo de ver son muy intervencionistas y no me gustaría que aparezca un documento que diga que las aulas deben ser blancas, me parece que el color dependa de la visión del arquitecto, del usuario, del sitio y del programa, que quede libre de requerimientos normativos.

12. ¿Alguna recomendación sobre la utilización del color en la Arquitectura?

El color para la formación de un arquitecto es el gran olvidado, así como en las escuelas de arquitectura se forma en muchos ámbitos incluso ligeramente inconexos, el color es un gran olvidado, y si es verdad que cuando te enfrentas a cierto tipo de decisiones uno no se siente muy acompañado por la formación que ha tenido. Debería incorporarse como materia optativa la teoría del color, para tener conocimientos de colores complementarios, etc. Nosotros lo hacemos de manera muy intuitiva, y nos formamos de manera ecléctica.

- No todo puede ser de cualquier color parecería ser una de las complicaciones con las que a menudo nos encontramos durante la construcción de proyectos, pero existen maneras de solventar esta situación, así lo demuestran SUMO Arquitectes quienes han buscado alternativas técnicas para utilizar colores que “teóricamente” no son convenientes por su comportamiento ante varios factores ambientales.
- De igual manera les ha tocado adaptarse a lo que el mercado ofrece en cuanto a colores en materiales de construcción, pero con la ventaja de que han sabido obtener el mayor provecho de esta situación, logrando espacios de un color que los niños disfrutaban y que ha pasado a convertirse en un “identificador” para ellos el momento de referirse a su escuela.

QUINTA PARTE

5.1 EL PARÁMETRO COLOR EN EL CÓDIGO TÉCNICO

El Código Técnico de la Edificación (CTE) es el marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE).

“Ante la creciente demanda de calidad por parte de la sociedad, la Ley establece los requisitos básicos que deben satisfacer los edificios de tal forma que la garantía para proteger a los usuarios se asiente no sólo en los requisitos técnicos de lo construido sino también en el establecimiento de un seguro de daños o de caución. Estos requisitos abarcan tanto los aspectos de funcionalidad y de seguridad de los edificios como aquellos referentes a la habitabilidad.”

Ley 38/1999 – LOE

Las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios se refieren a materias de seguridad (seguridad estructural, seguridad contra incendios, seguridad de utilización) y habitabilidad (salubridad, protección frente al ruido y ahorro de energía).

El CTE también se ocupa de la accesibilidad como consecuencia de la Ley 51/2003 de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad, LIONDAU.

El CTE pretende dar respuesta a la demanda de la sociedad en cuanto a la mejora de la calidad de la edificación a la vez que persigue mejorar la protección del usuario y fomentar el desarrollo sostenible. Se aplica a edificios de nueva construcción, así como a intervenciones en edificación existente, como pueden ser obras de ampliación, modificación, reforma o cambio de uso, teniendo siempre en cuenta la excepcionalidad de determinadas construcciones protegidas desde el punto de vista ambiental, histórico o artístico.

A continuación se realiza una revisión en cada uno de los documentos que componen el código técnico para determinar en qué campos es considerado el parámetro color y como esto da la pauta a los constructores para su utilización durante la ejecución de cualquier proyecto.

5.1.1 DOCUMENTO BÁSICO SE-AE

Seguridad Estructural

Acciones en la Edificación

3 Acciones Variables

3.4 Acciones térmicas

3.4.2 Cálculo de la acción térmica

- 1 Los efectos globales de la acción térmica pueden obtenerse a partir de la variación de temperatura media de los elementos estructurales, en general, separadamente para los efectos de verano, dilatación, y de invierno, contracción, a partir de una temperatura de referencia, cuando se construyó el elemento y que puede tomarse como la media anual del emplazamiento o 10°C.
- 2 Las temperaturas ambiente extremas de verano y de invierno pueden obtenerse del Anejo E.
- 3 Para elementos expuestos a la intemperie, como temperatura mínima se adoptará la extrema del ambiente. Como temperatura máxima en verano se adoptará la extrema del ambiente incrementada en la procedente del efecto de la radiación solar, según la tabla 3.7

Tabla 3.7 Incremento de temperatura debido a la radiación solar

Orientación de la superficie	Color de la superficie		
	Muy claro	Claro	Oscuro
Norte y Este	0 °C	2 °C	4 °C
Sur y Oeste	18 °C	30 °C	42 °C

5.1.2 DOCUMENTO BÁSICO SE-C

Seguridad Estructural

Cimientos

3 Estudio geotécnico

3.2 Reconocimiento del Terreno

3.2.6 Ensayos de laboratorio

- 1 De todas las muestras obtenidas en calicatas o sondeos se hará una descripción detallando aquellos aspectos que no son objeto de ensayo, como el color, olor, litología de las gravas o trozos de roca, presencia de escombros o materiales artificiales, etc, así como eventuales defectos en la calidad de la muestra, para ser incluida en algunas de las categorías A o B.
- 2 El número de determinaciones del valor de un parámetro de una unidad geotécnica investigada será el adecuado para que éste sea fiable. Para una superficie de estudio de hasta 2000 m², en cada unidad de importancia geotécnica se considera orientativo el número de determinaciones que se indica en la tabla 3.7.
- 3 Deberá procurarse que los valores se obtengan de muestras procedentes de puntos de investigación diferentes, una vez que se hayan identificado como pertenecientes a la misma capa. Las determinaciones se podrán obtener mediante ensayos en laboratorio, o si es factible con ensayos in situ, aplicando las oportunas correlaciones si fueran necesarias.

Anejo D. Criterios de clasificación, correlaciones y valores orientativos tabulados de referencia

Tabla D.5. Grado de meteorización de las rocas (ISRM)

Grado	Denominación	Criterio de reconocimiento
I	Roca sana o fresca	La roca no presenta signos visibles de meteorización, pueden existir ligeras pérdidas de color o pequeñas manchas de óxidos en los planos de discontinuidad
II	Roca ligeramente meteorizada	La roca y los planos de discontinuidad presentan signos de decoloración. La roca puede estar decolorada en la pared de las juntas pero no es notorio que la pared sea más débil que la roca sana
III	Roca moderadamente meteorizada	La roca está decolorada en la pared. La meteorización empieza a penetrar hacia el interior de la roca desde las discontinuidades. El material es notablemente más débil en la pared que en la roca sana. Material débil <50% del total
IV	Roca meteorizada o muy meteorizada	Más de la mitad del material está descompuesto a suelo. Aparece roca sana o ligeramente meteorizada de forma discontinua
V	Roca completamente meteorizada	Todo el material está descompuesto a un suelo. La estructura original de la roca se mantiene intacta
VI	Suelo residual	La roca está totalmente descompuesta en un suelo y no puede reconocerse ni la textura ni la estructura original. El material permanece "in situ" y existe un cambio de volumen importante

ISRM: Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas

5.1.3 DOCUMENTO BÁSICO SE-A

Seguridad Estructural

Aceros

10 Ejecución

10.6 Tratamiento de protección

10.6.2 Métodos de recubrimiento

1 Galvanización:

- se realizará de acuerdo con UNE-EN-ISO 1460:1996 o UNE-EN-ISO 1461:1999, según proceda;
- en su caso, las soldaduras deben estar selladas antes de usar un decapado previo a la galvanización;
- si hay espacios cerrados en el elemento fabricado se dispondrán agujeros de venteo o purga donde indique el pliego de condiciones;
- las superficies galvanizadas deben limpiarse y tratarse con pintura de imprimación anticorrosiva con diluyente ácido o chorreado barredor antes de ser pintadas.

2 Pintura:

- inmediatamente antes de comenzar a pintar se comprobará que las superficies cumplen los requisitos del fabricante;
- se pintará siguiendo las instrucciones del fabricante y si se da más de una capa, se usará en cada una de ellas una sombra de **color** diferente;
- se protegerá las superficies pintadas de la acumulación de agua durante cierto período, de acuerdo con los datos del fabricante de pintura.

5.1.4 DOCUMENTO BÁSICO SE-M

Seguridad Estructural

Madera

4 Materiales

4.5 Adhesivos

4.5.2 Tipos de adhesivos

- 1 En la tabla 4.1 se describen los adhesivos utilizados en madera para uso estructural y su adecuación a la clase de servicio.

Tabla 4.1 Tipos de adhesivos en madera para uso estructural y su adecuación con la clase de servicio

Tipo de adhesivo	Abreviatura	Clase de servicio		
		1	2	3
Fenol-formaldehído ¹⁾	PF	apto	apto	apto
Resorcina-fenol-formaldehído ¹⁾	RPF	apto	apto	apto
Resorcina-formaldehído ¹⁾	RF	apto	apto	apto
Melamina-urea-formaldehído ²⁾	MUF	apto	apto	apto
Urea-formaldehído ²⁾	UF	apto	no apto	no apto
Poliuretano ²⁾	PU	apto	apto	apto
Resinas epoxi ²⁾	EP	apto	apto	apto

Nota general: en todo caso es necesario que los adhesivos para uso estructural estén certificados por organismos de reconocido prestigio, como por ejemplo el CTBA (Francia), MPA (Alemania) y el NTI (Noruega).

1) Líneas de cola de color marrón oscuro.

2) Líneas de cola transparentes.

5.1.5 DOCUMENTO BÁSICO SI

Seguridad en caso de Incendio

7 Señalización de los medios de evacuación

- g) Los *itinerarios accesibles* (ver definición en el Anejo A del DB SUA) para personas con discapacidad que conduzcan a una *zona de refugio*, a un *sector de incendio* alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, o a una salida del edificio accesible se señalizarán mediante las señales establecidas en los párrafos anteriores a), b), c) y d) acompañadas del SIA (Símbolo Internacional de Accesibilidad para la movilidad). Cuando dichos *itinerarios accesibles* conduzcan a una *zona de refugio* o a un *sector de incendio* alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, irán además acompañadas del rótulo "ZONA DE REFUGIO".
- h) La superficie de las *zonas de refugio* se señalizará mediante diferente color en el pavimento y el rótulo "ZONA DE REFUGIO" acompañado del SIA colocado en una pared adyacente a la zona.

5.1.6 DOCUMENTO BÁSICO SUA

Seguridad de utilización y accesibilidad

SUA 3 Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada

1 Aprisionamiento

- 2 En zonas de *uso público*, los aseos accesibles y cabinas de vestuarios accesibles dispondrán de un dispositivo en el interior fácilmente accesible, mediante el cual se transmita una llamada de asistencia perceptible desde un punto de control y que permita al usuario verificar que su llamada ha sido recibida, o perceptible desde un paso frecuente de personas.

La norma ISO 21542 recomienda que "el dispositivo debería tener la forma de un cordón tirador, de color rojo, con dos brazaletes rojos de 50 mm de diámetro, uno situado a una altura comprendida entre 800 mm y 1100 mm, y el otro a una altura de 100 mm".

SUA 4 Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento

2 Alumbrado de emergencia

2.3 Características de la instalación

- 1 La instalación será fija, estará provista de fuente propia de energía y debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal en las zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia. Se considera como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.
- 2 El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación debe alcanzar al menos el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de los 5 s y el 100% a los 60 s.
- 3 La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación durante una hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:
 - a) En las vías de evacuación cuya anchura no exceda de 2 m, la *iluminancia* horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía. Las vías de evacuación con anchura superior a 2 m pueden ser tratadas como varias bandas de 2 m de anchura, como máximo.
 - b) En los puntos en los que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la *iluminancia* horizontal será de 5 lux, como mínimo.
 - c) A lo largo de la línea central de una vía de evacuación, la relación entre la *iluminancia* máxima y la mínima no debe ser mayor que 40:1.
 - d) Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.
 - e) Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las lámparas será 40.

2.4 Iluminación de las señales de seguridad

- 1 La iluminación de las señales de evacuación indicativas de las salidas y de las señales indicativas de los medios manuales de protección contra incendios y de los de primeros auxilios, deben cumplir los siguientes requisitos:
 - a) La *luminancia* de cualquier área de color de seguridad de la señal debe ser al menos de 2 cd/m² en todas las direcciones de visión importantes;
 - b) La relación de la *luminancia* máxima a la mínima dentro del color blanco o de seguridad no debe ser mayor de 10:1, debiéndose evitar variaciones importantes entre puntos adyacentes;
 - c) La relación entre la *luminancia* L_{blanca} y la *luminancia* L_{color} >10, no será menor que 5:1 ni mayor que 15:1.
 - d) Las señales de seguridad deben estar iluminadas al menos al 50% de la *iluminancia* requerida, al cabo de 5 s, y al 100% al cabo de 60 s.

SUA 6 Seguridad frente al riesgo de ahogamiento

1 Piscinas

1.2 Características del vaso de la piscina

1.2.4 Materiales

- 1 En zonas cuya profundidad no exceda de 1,50 m, el material del fondo será de Clase 3 en función de su resbaladilidad, determinada de acuerdo con lo especificado en el apartado 1 de la Sección SUA 1.
- 2 El revestimiento interior del vaso será de **color** claro con el fin de permitir la visión del fondo.

La condición de **color** claro del revestimiento interior del vaso permite no obstante que puedan realizarse dibujos o líneas de calle en **color** más oscuro, siempre que se cumpla la prestación de permitir la visión del fondo.

SUA 9 Accesibilidad

2 Condiciones y características de la información y señalización para la accesibilidad

2.2 Características

- 1 Las entradas al edificio accesibles, los *itinerarios accesibles*, las *plazas de aparcamiento accesibles* y los *servicios higiénicos accesibles* (aseo, cabina de vestuario y ducha accesible) se señalizarán mediante SIA, complementado, en su caso, con flecha direccional.
- 2 Los *ascensores accesibles* se señalizarán mediante SIA. Asimismo, contarán con indicación en Braille y arábigo en alto relieve a una altura entre 0,80 y 1,20 m, del número de planta en la jamba derecha en sentido salida de la cabina.
- 3 Los servicios higiénicos de *uso general* se señalizarán con pictogramas normalizados de sexo en alto relieve y contraste cromático, a una altura entre 0,80 y 1,20 m, junto al marco, a la derecha de la puerta y en el sentido de la entrada.
- 4 Las bandas señalizadoras visuales y táctiles serán de **color** contrastado con el pavimento, con relieve de altura 3 ± 1 mm en interiores y 5 ± 1 mm en exteriores. Las exigidas en el apartado 4.2.3 de la Sección SUA 1 para señalar el arranque de escaleras, tendrán 80 cm de longitud en el sentido de la marcha, anchura la del itinerario y acanaladuras perpendiculares al eje de la escalera. Las exigidas para señalar el *itinerario accesible* hasta un *punto de llamada accesible* o hasta un *punto de atención accesible*, serán de acanaladura paralela a la dirección de la marcha y de anchura 40 cm.
- 5 Las características y dimensiones del Símbolo Internacional de Accesibilidad para la movilidad (SIA) se establecen en la norma UNE 41501:2002.

5.1.7 DOCUMENTO BÁSICO HS

Salubridad

Sección HS 4

Suministro de agua

2 Caracterización y cuantificación de las exigencias

2.1 Propiedades de la instalación

2.1.1 Calidad del agua

- 1 El agua de la instalación debe cumplir lo establecido en la legislación vigente sobre el agua para consumo humano.
- 2 Las compañías suministradoras facilitarán los datos de caudal y presión que servirán de base para el dimensionado de la instalación.
- 3 Los materiales que se vayan a utilizar en la instalación, en relación con su afectación al agua que suministren, deben ajustarse a los siguientes requisitos:
 - a) para las tuberías y accesorios deben emplearse materiales que no produzcan concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por la el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero;
 - b) no deben modificar la potabilidad, el olor, el color ni el sabor del agua;
 - c) deben ser resistentes a la corrosión interior;
 - d) deben ser capaces de funcionar eficazmente en las condiciones de servicio previstas;
 - e) no deben presentar incompatibilidad electroquímica entre sí;

3 Diseño

3.5 Señalización

- 1 Las tuberías de agua potable se señalarán con los colores verde oscuro o azul.
- 2 Si se dispone una instalación para suministrar agua que no sea apta para el consumo, las tuberías, los grifos y los demás puntos terminales de esta instalación deben estar adecuadamente señalados para que puedan ser identificados como tales de forma fácil e inequívoca.

5.1.8 DOCUMENTO BÁSICO HE

Ahorro de Energía

Sección HE 3

Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación

4 Verificación y justificación del cumplimiento de la exigencia

3.2 Justificación del cumplimiento de la exigencia

- 1 Los documentos del proyecto han de incluir la siguiente información:
 - a) relativa al edificio
 - Potencia total instalada en el edificio en los conjuntos: *lámpara más equipo auxiliar* (P_{TOT}).
 - Superficie total iluminada del edificio (S_{TOT}).

b) relativo a cada zona

- el *índice del local* (K) utilizado en el cálculo;
- el número de puntos considerados en el proyecto;
- el *factor de mantenimiento* (F_m) previsto;
- la *iluminancia media horizontal mantenida* (E_m) obtenida;
- el *índice de deslumbramiento unificado* (UGR) alcanzado;
- los *índices de rendimiento de color* (R_a) de las lámparas seleccionadas;
- el *valor de eficiencia energética de la instalación* (VEEI) resultante en el cálculo.
- las potencias de los conjuntos: *lámpara más equipo auxiliar*
- la eficiencia de las lámparas utilizadas, en términos de lum/W

5 Cálculo

4.2 Método de cálculo

- 1 El método de cálculo utilizado, que quedará establecido en la memoria del proyecto, será el adecuado para el cumplimiento de las exigencias de esta sección y utilizará como datos y parámetros de partida, al menos, los consignados en el apartado 4.1, así como los derivados de los materiales adoptados en las soluciones propuestas, tales como *lámparas*, *equipos auxiliares* y *luminarias*.
- 2 Se obtendrán como mínimo los siguientes resultados para cada zona:
 - a) *valor de eficiencia energética de la instalación* VEEI;
 - b) *iluminancia media horizontal mantenida* E_m en el plano de trabajo;
 - c) *índice de deslumbramiento unificado* UGR para el observador.

Asimismo, se incluirán los valores del *índice de rendimiento de color* (R_a) y las potencias de los conjuntos *lámpara más equipo auxiliar* utilizados en el cálculo.

Índice de rendimiento de color (R_a): efecto de un iluminante sobre el aspecto cromático de los objetos que ilumina por comparación con su aspecto bajo un iluminante de referencia. La forma en que la luz de una lámpara reproduce los colores de los objetos iluminados se denomina *índice de rendimiento de color* (R_a). El color que presenta un objeto depende de la distribución de la energía espectral de la luz con que está iluminado y de las características reflexivas selectivas de dicho objeto.

- El CTE no regula ni restringe a los profesionales la posibilidad de utilizar el color para realzar varias características de los edificios como su geometría, describir la funcionalidad, la forma o utilizarlo como un valor intrínseco de la construcción.
- Se hablan de colores claros, oscuros o diferentes, pero no se expresan en la mayoría de casos aspectos importantes como el contraste, muy importante para la diferenciación de elementos como extintores en lo que corresponde a seguridad en caso de incendios.
- A excepción de los documentos de Seguridad en caso de Incendios y el Utilización y Accesibilidad no se menciona al parámetro color como identificador.

5.2 RECOMENDACIONES PARA LA INCLUSIÓN DEL PARÁMETRO COLOR EN EL CTE

Tomando en cuenta que existen varios productos que se han mostrado anteriormente y que se podrían aplicar a varios materiales de construcción para poder identificar ciertas situaciones que se puedan presentar en los proyectos, se recomienda tomar en cuenta la evolución, la innovación y las bondades que estos productos ofrecen para introducirlos dentro de la normativa existente con la única finalidad de obtener mejores resultados, prever posibles problemas y mejorar ciertas condiciones en los edificios.

Sería muy importante si se decidiera tomar en cuenta estas recomendaciones realizar un congreso entre las empresas productoras de este tipo de materiales y los profesionales encargados de actualizar y modificar el CTE, para orientar la producción de estos materiales para fines específicamente constructivos, tomando en cuenta todas las variables que se requieren, tales como humedad, temperatura, asoleamiento, zonas climáticas, etc., todo esto para poder llegar a acuerdos que beneficien únicamente la mejora de las prestaciones de las edificaciones en su construcción, uso y mantenimiento.

Existen varias opciones en las cuales a través de la utilización de pigmentos o pinturas el color puede dar a conocer o mostrar alguna deficiencia de la construcción que requiera una atención prioritaria y podría incluso evitar riesgos.

A continuación se presentarán algunas alternativas en varios de los documentos del CTE, donde el parámetro color jugaría un papel importante para identificar diferentes situaciones.

- Se están produciendo novedosos pigmentos que están preparados únicamente para cambiar de color a partir de estar sometidos a cierto nivel de presión, esto podría ser utilizado dentro del documento Seguridad Estructural (Acciones de la Edificación). Estos pigmentos estarían aplicados en pinturas que a su vez podrán ser utilizados a manera de revestimientos para determinar cuándo un elemento constructivo está sometido a presiones que pueda causar su fallo, ya sean presiones variables como sobrecargas, vientos, impactos, sismos, etc., de manera de poder establecer un plan de acciones correctivas.
- La Humedad en la construcción es causa y efecto de diversas patologías en la edificación que disminuyen el confort y la salud de los usuarios a la vez que comprometen el estado del edificio. Esta se convierte en patológica cuando aparece en forma indeseada, incontrolada y en proporciones superiores a las esperables en cualquier material o elemento constructivo. A pesar de muchos de los detalles y soluciones que el CTE en el Documento de Salubridad (HS1- Protección frente a la humedad) presenta para evitar la aparición de la humedad, ocasionalmente habrán ocasiones en las cuales se lleguen a evidenciar humedades ocasionando perjuicios a la edificación. La aplicación de pinturas hidrocrómicas podría ayudar a detectar la presencia de este problema previo a que se presenten daños mayores como eflorescencias, corrosiones o deterioros de los materiales constructivos.

- Si bien es cierto la normativa sobre alumbrado de emergencia establece la dotación en aseos generales, (SUA 4, Art.2) existirán sitios en los cuales la iluminación de emergencia establecida no sea suficiente, aquí se podrían instalar elementos fotolumíscents que puedan ayudar a los usuarios a facilitar la distinción de elementos tales como cerraduras para que puedan dirigirse sin problemas a sitios en donde se pueda continuar de mejor manera con la evacuación de estos locales o del edificio.
- Uno de los temas de los que actualmente más se habla en la arquitectura es el que tiene que ver con ahorro de energía, el CTE trata de manera amplia en su Documento Básico HE (Ahorro de Energía) sobre muchos de los factores a tener en cuenta para reducir estos consumos en las edificaciones. Existen ya en el mercado pinturas y tintes termocrómicos que podrían regular los efectos de las radiaciones lumínicas y supondría un ahorro de energía. Una de las características que, este recubrimiento, al cambiar de color en función de la temperatura, (estas temperaturas pueden ser regulables de acuerdo a los perfiles de uso establecidos en el CTE) reduciría los efectos de la radiación sobre la vivienda, a la vez que haría que se desgasten menos los materiales. A menos de 25 grados centígrados, la superficie sería negra y absorbería el calor, a más de esta temperatura el edificio se volvería semitransparente y no absorbería tanto mientras que superados los 31 grados, se volvería completamente transparente y una superficie blanca inferior impediría que absorbiera calor. Pintar tejados y fachadas con una pintura que refleje el calor hacia el espacio, permite refrescar las temperaturas urbanas. Por supuesto, una pintura blanca es la opción más evidente, pero también conviene tener en cuenta las características del producto, como por ejemplo si aguanta mucho tiempo expuesto a la intemperie antes de comenzar a desprenderse o el grado de peligrosidad que su composición química tiene para la salud. En general, un tejado o cualquier otra superficie pintada con un color oscuro tenderán a absorber más calor. Sin embargo existen compuestos que tienen una tonalidad más oscura que el blanco y muchos otros colores claros, pero también una gran capacidad de reflejar radiación en la banda del espectro infrarrojo, responsable de la mayor parte de la energía calorífica absorbida de los rayos del Sol.
- En el caso de incendios, (SI Seguridad en caso de Incendios) para la señalización de medios de evacuación y de las instalaciones manuales, se deberá establecer normas sobre el “contraste” que debe existir entre las señales y medios de protección y el color de las paredes donde están ubicadas.



Sería utópico pensar que se puede llegar a tener un “código de utilización del color” en la arquitectura, incluso puede tornarse un poco monótono el tener unas directrices o “normas” sobre que colores utilizar en los edificios, a menos que exista algún plan urbano para establecer tonalidades específicas a un grupo de edificaciones, sean estas a nivel de barrio o de ciudad, la libre elección que tienen los arquitectos sobre este tema es lo que hace que las ciudades tengan una gama cromática dinámica, pero si se puede utilizar la innovación tecnológica que últimamente se ha desarrollado en la producción y fabricación del color con fines técnicos, como instrumento para que los profesionales de la construcción puedan ejecutar proyectos con mejores prestaciones y si es factible reducir aún más posibles riesgos que los usuarios puedan tener dentro de las edificaciones.

Lo que se intenta con este trabajo es demostrar que día a día siguen perfeccionándose materiales y productos que en otros campos ya se vienen utilizando con excelentes resultados. La arquitectura no debería estar ajena a estos beneficios y explotar al máximo las posibilidades que tiene el parámetro color.

CONCLUSIONES

1. El color en la enseñanza y práctica de la arquitectura no es suficientemente conocido. Profundizar este conocimiento permitiría promover en las disciplinas del diseño una concepción del proceso proyectual donde el color no aparezca en la última etapa como un mero agregado a la forma o un aspecto decorativo sino con el carácter estructurante y decisivo que puede tener a lo largo de dicho proceso y en el producto final, donde es uno de los factores visuales que más impacta en la percepción y uso de los objetos diseñados.
2. Los colores definitivamente funcionan como elementos para identificar o describir algo. Retomando la noción de identificador, la pregunta sería: ¿es capaz un color de representar algo que está por fuera de sí mismo?; por así decir, ¿el rojo implica solo rojez o puede ser asociado con otros conceptos? No se necesita razonar demasiado para ver que los colores sí funcionan como elementos identificadores y que mediante colores se pueden representar muchas cosas ajenas a ellos.
3. Pese a las teorías descritas a lo largo de este trabajo y a los materiales y productos mostrados, no existen reglas definitivas sobre el uso del color que garanticen una buena arquitectura. No obstante, es posible concebir que el color puede ser una herramienta poderosa para mostrar ciertas características de los elementos constructivos que a simple vista no puede ser detectadas.
4. Se pretende elevar el debate entre los profesionales en quienes recae la responsabilidad última de mantener en constante actualización al CTE y los industriales y productores de materiales innovadores en el campo cromático, sobre la posibilidad de utilización del parámetro color dentro de esta normativa.

BIBLIOGRAFÍA

Bahamón, Alejandro (2010) **Luz, color, sonido: efectos sensoriales en la arquitectura contemporánea**; Barcelona: Parramón

Tornquist, Jorrit (2008) **Color y luz: teoría y práctica**; Barcelona: Gustavo Gili

Swirnoff, Lois (2000) **The Color of cities: an international perspective**; New York: McGraw-Hill

Pawlik, Johannes (1996) **Teoría del color**; Barcelona: Paidós

Düttmann, Martina (1982) **El Color en la arquitectura**; Barcelona: Gustavo Gili

Gatz, Konrad **El Color en la arquitectura actual**; Barcelona: Gustavo Gili

Küppers, Harald (1980) **Fundamentos de la teoría de los colores**; Barcelona: Gustavo Gili

SUMO Arquitectes (2013) **Edifici Públic Multifuncional A Sant Martí**

<http://www.arqhys.com/articulos/color-luz.html>

<http://www.agenciasinc.es/Noticias/Los-colores-irrumpen-en-la-nueva-arquitectura>

<https://arquitecturaucinf.wordpress.com/percepcion-del-color/>

<http://coloruruguay.bligoo.es/conferencia-magistral-color-en-la-arquitectura>

<http://idecolor.com/ncs-norma-une-48103-94-de-aenor-para-el-color.html>

<http://ovacen.com/como-afecta-color-en-la-arquitectura/>

<http://www.inteligentes.org/prestashop/es/hidrocromaticos-hidrocromicas/249-pintura-hidrocromica.html#>

<http://www.movingcolor.net/product-lines/tye-dye-product-line/>

<http://blog.is-arquitectura.es/2009/12/08/thermeleon-tejado-que-absorbe-calor-en-invierno-y-refleja-en-verano/>

<http://www.bayer.es/ebbsc/cms/es/index.html>

<https://www.basf.com/es/es/products-and-industries/construction.html>

<http://www.actimat.es/cas/materiales.aspx>

<http://www.proyectacolor.cl/percepcion-del-color/relatividad-del-color/>

<http://www.codigotecnico.org/index.php/menu-que-cte/menu-presentacion>